XA
.R483

Per. 2
Vol. 43
1872

THE NEW YORK BOTANICAL GARDEN
PRO SCIENTIA SALUTE POPULIQUE
1891
LIBRARY

CONSERVATOIRE
BOTANIQUE
VILLE de GENÈVE

DUPLICATA DE LA BIBLIOTHÈQUE
DU CONSERVATOIRE BOTANIQUE DE GENEVE
VENDU EN 1922

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

DUPLICATA DE LA BIBLIOTHÈQUE
DU CONSERVATOIRE BOTANIQUE DE GENEVE
VENDU EN 1922

GENÈVE. — IMPRIMERIE RAMBOZ ET SCHUCHARDT

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ET

REVUE SUISSE

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

NOUVELLE PÉRIODE

TOME QUARANTE-TROISIÈME

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN

DUPLICATA DE LA BIBLIOTHÈQUE
DU CONSERVATOIRE BOTANIQUE DE GENÈVE
VENDU EN 1922

GENÈVE

BUREAU DES ARCHIVES, RUE DE LA PÉLISSERIE, 18

LAUSANNE
GEORGES BRIDEL
Place de la Louve, 1

PARIS
SANDOZ et FISCHBACHER
Rue de Seine, 33

Dépôt pour l'ALLEMAGNE, H. GEORG, A BALE

1872

BIBLIOTHÈQUE
DE GENÈVE
CONSERVAT. BOTANIQUE
VILLE DE GENÈVE

.R483
Vol.43
1872

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR LA

POSITION DU CENTRE DE GRAVITÉ

CHEZ LES INSECTES

PAR

M. FÉLIX PLATEAU.

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN

---

§ I.

Dans tout animal qui se meut, les contractions musculaires et les déplacements des leviers solides concourent vers deux buts distincts d'une égale importance : la progression et le *maintien de l'équilibre.* Pendant le repos à l'état de station, le maintien de l'équilibre exige seul l'action d'un grand nombre des organes actifs et passifs du mouvement.

L'étude des conditions d'équilibre des êtres vivants n'est possible, j'ai à peine besoin de le rappeler, que si l'on connaît, dans chacun d'eux, la situation du *centre de gravité.* Tous les physiologistes, depuis Borelli, ont accordé une grande importance à cette notion, en ce qui concerne l'homme. En est-il de même pour ceux qui se sont occupés spécialement des animaux et, en particulier, pour ceux qui ont fait des insectes l'objet de leurs études?

AUG 7 - 1923

Les uns laissent le centre de gravité dans l'oubli le plus complet, les autres en parlent et lui font même jouer un rôle dans leurs démonstrations; mais ils se

bornent à deviner sa position, à la déduire vaguement de la forme extérieure. Aucun d'eux, enfin, n'a cherché à déterminer expérimentalement la position vraie du centre de gravité d'un insecte.

Aujourd'hui que la mécanique des articulés a fait des progrès considérables, grâce à l'emploi de procédés d'investigation empruntés à la physique, il m'a paru qu'il y aurait une utilité réelle à décrire une méthode facile pour la recherche du centre de gravité des articulés et à exposer les résultats que son application aux insectes m'a permis d'obtenir.

§ II.

Instruments et procédés.

Il existe des instruments très-ingénieux pour la détermination du centre de gravité, telle est la *balance centroscopique* imaginée en 1861 par M. E. Terssen[1] et destinée spécialement aux projectiles de guerre; mais ces instruments ne peuvent être employés pour des corps très-légers, comme le sont presque tous nos insectes indigènes; aussi ai-je préféré recourir à l'ancien appareil de Borelli[2], en le modifiant quelque peu. Tout le monde en a lu la description, soit dans l'ouvrage original du célèbre physiologiste, soit dans les traités modernes : je puis donc me dispenser de la reproduire. Le lecteur séparera aisément, dans les instruments dont je me suis servi, ce qui m'est personnel de ce qui appartient à Borelli.

[1] Nouvelle méthode pour déterminer le centre de gravité des corps (Mém. de la Société royale des Sciences de Liége, tome XVI, p. 312, pl. I et II). Liége, 1861.

[2] *De motu animalium*, page 143, Prop. 134. Tab. X, fig. 2. *Hagæ comitum*, 1743.

Mes appareils ont des dimensions différentes que je donnerai plus bas; voici d'abord leur structure commune : disons, en premier lieu, pour fixer les idées, que la partie principale de l'instrument est une sorte de fléau de balance; supposons-la en équilibre et immobile. Elle se compose d'une petite lame mince, mais rigide, de bois bien sec. Cette lame, rectangulaire, longue et étroite, comme une petite règle plate, n'est point placée de champ, comme le sont les fléaux ordinaires; ses grandes faces sont, au contraire, horizontales.

Elle porte, fixé transversalement en son milieu, un couteau d'acier reposant, par son tranchant, sur deux plans de même métal.

Dans les fléaux de balance, on ajoute, pour amener le centre de gravité sous l'axe de suspension, une masse métallique additionnelle faisant saillie sous le point d'insertion du couteau. Une saillie analogue, mais en bois, existe dans notre appareil.

Tel que nous venons de le décrire, le fléau de bois, dont les deux moitiés sont égales en longueur et en poids, peut osciller librement et se tient, de lui même, en équilibre dans une position horizontale.

On a collé sur la face supérieure de la règle un petit disque horizontal de carton mince sur lequel sont tracés deux diamètres qui se coupent à angle droit. L'un d'eux est situé exactement au-dessus du tranchant du couteau, le second coïncide avec une ligne marquée sur la face supérieure du fléau, de l'un de ses bouts à l'autre et divisant cette face en deux moitiés égales. La portion tracée sur le disque, ainsi que le diamètre qui la coupe à angle droit, sont divisés en millimètres et demi-millimètres. Le point d'intersection porte le signe *O*. La graduation est

comptée, dans un sens et dans l'autre, à partir de ce zéro et les nombres 5, 10, 15, etc. inscrits de cinq en cinq millimètres facilitent la lecture.

Abandonné à lui-même, l'instrument est en équilibre stable sur le tranchant du couteau ; mais un poids très-faible placé au milieu du plateau de carton suffit pour rendre cet équilibre instable, en amenant le centre de gravité de l'ensemble au-dessus de l'axe de suspension. On remédie à cet inconvénient en fixant, sous la portion médiane du fléau, une petite sphère métallique pesante.

J'ai réuni ci-après, sous forme de tableau, les dimensions des trois appareils que j'ai employés. Ces dimensions différentes étaient indispensables pour pouvoir opérer sur des insectes de toutes les tailles et de tous les poids.

	1er APPAREIL.	2me APPAREIL.	3me APPAREIL.
Substance du fléau.	Bois d'acajou.	Bois d'acajou.	Bois de sapin
Longueur du fléau.	6 centimètres.	8 centimètres.	19,5 centim.
Largeur de la face supér.	6 millimètres.	6 millimètres.	12 millimèt.
Épaiss. verticale au milieu	6 millimètres.	6 millimètres.	12 millimèt.
Épaiss. de la lame de bois	1 millimètre.	1 millimètre.	4 millimèt.
Diamètre du disque.	3 centimètres.	5 centimètres.	13 centimèt.
Masse pesante metallique	Plomb de chasse n° 5.	Plomb de chasse n° 4.	Sphère de laiton pesant 3gr,5.

Ces appareils sont extrêmement sensibles ; pour donner une idée de cette sensibilité, je dirai qu'il m'a, parfois, été impossible d'opérer lorsqu'il faisait beaucoup de vent à l'extérieur ou lorsqu'il y avait eu un brusque refroidissement de la température. Les petits courants d'air passant par les fentes des portes et des fenêtres closes déterminaient des oscillations continuelles du fléau.

Passons, actuellement, à la manière d'opérer : le support sur lequel pose librement l'instrument étant

placé sur une table bien fixe, située à un mètre ou deux de la muraille de l'appartement et tourné de manière que le fléau oscille dans un plan parallèle à cette muraille, on tend horizontalement, sur celle-ci, à l'aide d'épingles ou de petits clous, un fil d'une teinte tranchée, blanc si la tapisserie est foncée, noir si elle est claire. L'horizontalité du fil se trouve aisément en suspendant, devant lui, un fil à plomb et en modifiant sa position jusqu'à ce qu'il forme, avec la verticale, quatre angles qui paraissent bien égaux. Ce moyen est suffisamment précis pour le genre d'expériences que j'avais à effectuer.

On possède alors une ligne de repère à laquelle la face supérieure du fléau doit être parallèle chaque fois qu'il y a équilibre. Pour constater si ce parallélisme existe, ou pour observer les angles que le fléau fait avec l'horizontale, l'expérimentateur, fermant un œil, se place de manière que le rayon visuel, rasant le plan du disque de carton, aille rencontrer le fil tendu sur le mur.

Supposons, pour fixer les idées, qu'il s'agisse de déterminer la position du centre de gravité d'un insecte à l'état de station : l'individu sur lequel on veut faire l'expérience est, préalablement tué ou engourdi [1] à l'aide de la vapeur d'éther ; on le saisit ensuite délicatement, en prenant toutes les précautions pour ne pas le froisser, et on lui écarte les pattes dans une position naturelle. Puis on le pose sur le disque de l'instrument, de façon que

[1] Les individus sur lesquels on se propose d'opérer doivent toujours être tués depuis très-peu de temps ; il est même préférable de se borner à les engourdir ; beaucoup d'insectes que j'ai essayés se sont trouvés dans ce cas et revenaient à leur état normal après les expériences.

l'axe de son corps soit au-dessus du diamètre gradué longitudinal. L'appareil incline alors soit dans un sens soit dans l'autre; à l'aide d'une aiguille emmanchée ou d'une longue épingle, on fait avancer ou reculer l'insecte, jusqu'à ce que le fléau soit horizontal et revienne, de lui-même, après quelques oscillations, à cette position d'équilibre, lorsqu'on l'en écarte.

A cet instant, le centre de gravité de l'animal qui est situé, ainsi que je le démontrerai plus loin (§ III), dans le plan vertical qui passe par l'axe du corps, est placé au-dessus du point zéro de la graduation. Observant avec une loupe un peu forte, on note, d'abord, la région du corps qui renferme le centre de gravité, proto, méso, métathorax ou anneau abdominal.

Je ferai ici une parenthèse pour expliquer quelques-uns des termes dont je me servirai plus loin. Tous les naturalistes qui ont étudié l'organisation des insectes savent que les zoonites sont loin d'être toujours également développés au-dessus et en dessous; il est donc absolument nécessaire d'indiquer quelle est la face du corps que l'on avait en vue en observant; de là les mots *face tergale, face ventrale* qui se rencontrent dans mes tableaux. J'y signale aussi, très-souvent, la position du centre de gravité par rapport aux hanches ou aux trochanters de telle ou telle paire de pattes. En effet chez les insectes à élytres ou dont les ailes sont peu transparentes, on ne voit pas, l'animal étant au repos, la face tergale de l'abdomen; la face ventrale se voit mal et de profil; mais on distingue très-bien les pattes, les trochanters et souvent les hanches. Les mots *trochanters de la deuxième paire, trochanters de la troisième paire,* etc. signifient donc, dans mes tableaux, que le centre de gra-

vité se trouvait au-dessus de la ligne transversale joignant ces pièces des organes locomoteurs [1].

Revenons à l'expérience : employant encore la loupe [2] et regardant directement par-dessus, on observe à quel point de la graduation (millimètres et fractions de millimètre) répond l'extrémité postérieure de l'abdomen. On obtient ainsi la distance du centre de gravité à l'extrémité postérieure du corps. Cette extrémité est préférable à l'extrémité céphalique où les palpes et les mandibules gênent et permettent difficilement des mesures exactes.

Cela fait, on enlève l'insecte de l'appareil et, à l'aide d'un compas dont on reporte les pointes sur une règle divisée, on mesure 1° la longueur totale, de l'extrémité postérieure du corps au bord antérieur du labre, 2° la largeur du corps dans la région du centre de gravité, 3° sa plus grande largeur.

J'appelle *position relative du centre de gravité*, sa position par rapport à une quelconque des parties du corps, anneau, hanche, trochanter, etc. Je nomme *position absolue du centre de gravité* le nombre qu'on obtient en calculant le rapport entre la distance du centre de gravité à l'extrémité postérieure du corps et la longueur totale de l'animal. Les quotients 0,50, 0,67, par exemple, obtenus de cette manière, signifient que la distance du centre de gravité à l'extrémité postérieure est les cinq dixièmes ou les soixante-sept centièmes de la longueur du corps. Ils montrent, immédiatement et indépendam-

[1] On peut, sans inconvénient, et il m'est souvent arrivé de recourir à cette modification, placer l'animal sur le dos ; on voit encore mieux ainsi la situation du centre de gravité par rapport aux hanches ou aux anneaux abdominaux.

[2] L'emploi de la loupe permet d'évaluer très-approximativement les fractions de millimètres.

ment de la forme et de l'étendue des anneaux, si le centre de gravité est au milieu de l'insecte, plus rapproché de la tête ou plus voisin du dernier somite.

Quant aux indications de longueur et de plus grande largeur, elles trouveront leur application dans les paragraphes suivants. Les procédés à employer dans le cas de positions autres que la station, telles que le vol, la natation, etc. [1], seront également exposés plus loin. Je dirai seulement que, si l'on a pris les précautions convenables, le même insecte peut servir à plusieurs expériences, en lui disposant successivement les membres dans différentes attitudes. J'ai eu fréquemment recours à cette ressource, ce qui explique, dans mes tableaux, la répétition de certains nombres identiques.

§ III.

Le centre de gravité est situé dans le plan vertical médian qui passe par l'axe longitudinal du corps.

On sait que, chez l'homme, la ligne de gravitation, ou la verticale menée par le centre de gravité, est comprise dans le plan vertical qui divise le corps en deux moitiés égales, droite et gauche [2]. Il doit en être ainsi chez tous les animaux à corps symétrique, comme les vertébrés et les articulés.

Les expériences que j'ai faites sur des insectes pour

[1] On me fera certainement le reproche de ne pas parler du saut des insectes. Des circonstances indépendantes de ma volonté m'ont empêché, jusqu'à présent, de réunir assez de résultats exacts concernant cette manifestation toute particulière de l'activité des articulés pour m'en occuper dans ce premier essai.

[2] Weber, Mécanique des organes de la locomotion chez l'homme. (Encyclopédie anatomique, tome II, p. 309.) Paris, 1843.

vérifier l'exactitude de cette supposition ne pouvaient donc rien apprendre de nouveau ; néanmoins, les résultats qu'elles m'ont donnés ont leur importance propre, puisqu'ils permettent d'affirmer un fait qui, avant les essais dont il s'agit, ne pouvait être considéré, a priori, comme certain ; car la symétrie qu'on observe dans les parties extérieures des insectes n'existe plus, avec la même exactitude, pour les viscères si développés de l'appareil digestif.

Les expériences ont porté sur le *Dytiscus dimidiatus* femelle et l'*Hydrophilus piceus* femelle, insectes dont le corps est assez large pour permettre des mesures exactes. Ces animaux vivants, mais engourdis par la vapeur d'éther, ont été placés horizontalement sur le dos, les pattes symétriquement disposées et l'axe de leur corps perpendiculaire à l'axe de l'appareil, c'est-à-dire à la ligne médiane divisée qui joint les extrémités du levier.

J'ai trouvé ainsi, après les tâtonnements habituels, que, pour les deux individus, l'instrument était horizontal lorsque le centre de gravité de l'ensemble se trouvait verticalement sous les crêtes sternales des différents zoonites thoraciques, ou sous la ligne médiane des zoonites abdominaux. Ce qui montre donc que le centre de gravité des coléoptères en question se trouvait effectivement dans le plan vertical médian passant par l'axe du corps.

§ IV.

Le centre de gravité occupe une position à très-peu près identique chez les insectes de même espèce et de même sexe, dans la même attitude.

La proposition qui sert de titre à ce paragraphe paraît

évidente a priori. Il était cependant important de s'assurer si l'expérience en démontrait l'exactitude. Elle est, en effet, le point de départ de recherches beaucoup plus intéressantes, et si mes essais m'en avaient prouvé la fausseté, si j'avais trouvé que le centre de gravité pouvait, chez les divers individus de même sexe d'une même espèce, dans la même attitude, occuper des positions notablement différentes, il y aurait eu beaucoup de vague dans l'interprétation des changements de situation du centre de gravité qui résultent des positions relatives des diverses parties de l'animal, dans la marche, le vol ou la natation.

J'ai réuni, dans le tableau suivant, les nombres fournis par quelques expériences faites sur des insectes de même sexe dans la position de la marche naturelle propre à chaque espèce.

Comme il n'y a jamais identité absolue de structure entre deux individus, les valeurs obtenues ne sont que bien rarement mathématiquement égales; mais elles sont toujours si voisines, bien que les expériences faites sur une même espèce aient souvent été affectées à une année d'intervalle, qu'on peut regarder le résultat général comme très-satisfaisant.

Je n'ai pas voulu ajouter à ce tableau les nombres que m'avaient donnés certaines espèces dans des attitudes plus mouvementées, parce qu'ils trouveront mieux leur place dans d'autres parties de cette notice.

	SEXE	Distance du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen	Longueur de l'animal.	Rapport entre la distance du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen et la longueur du corps.	Position relative du centre de gravité.
		Millimètres	Millimètres		
Carabus auratus.....	Femelle.	11,3	23,0	0,49	Articulation des hanches de la 3me paire avec les trochanters.
	Femelle.	13,0	25,0	0,52	Idem.
Hydrophilus piceus ..	Femelle.	21,0	43,0	0,48	Extrémités externes des hanches de la 3me paire.
	Femelle.	20,5	42,5	0,48	Idem.
Lacon murinus.....	Mâle.	6,7	13,5	0,50	Milieu du métathorax.
	Mâle.	6,5	13,0	0,50	Idem.
Melolontha vulgaris..	Femelle.	13,2	26,5	0,50	Bord postérieur du 1er anneau abdominal.
	Femelle.	14,3	29,2	0,49	0mm.5 du bord postérieur du 1er anneau abdominal.
Melolontha vulgaris..	Mâle.	13,5	27,5	0,49	Tiers antérieur du 1er anneau abdominal (face ventrale).
	Mâle.	13,5	27,5	0,49	Idem.
Oryctes nasicornis...	Mâle.	12,8	31,1	0,41	Bord antérieur des hanches de la 3me paire.
	Mâle.	12,3	30,6	0,40	Idem.
Telephorus lividus...	Femelle.	6,5	13,0	0,50	Articulation des hanches de la 3me paire avec les trochanters.
	Femelle.	7,3	14,0	0,52	Idem.
Forficula auricularia.	Femelle.	5,5	15,0	0,37	Milieu du 2e anneau abdominal.
	Femelle.	6,0	15,0	0,40	Idem.
Oedipoda grossa	Mâle.	12,3	22,5	0,55	Articulation des cuisses avec les trochanters de la 3me paire.
	Mâle.	13,0	23,5	0,55	Idem.
Bombus terrestris ...	Mâle.	7,0	13,5	0,51	Pédoncule entre le thorax et l'abdomen.
	Mâle.	8,2	17,0	0,48	Idem.
Pieris brassicæ.....	Mâle.	8,3	18,0	0,46	Bord postérieur du 2e anneau abdominal.
	Mâle.	8,5	19,0	0,45	Idem.
Liparis dispar.....	Femelle.	8,5	18,0	0,47	Bord postérieur du 2e anneau abdominal.
	Femelle.	10,0	20,0	0,50	Idem.

Quelques-unes des mesures inscrites dans ce tableau doivent recevoir un mot d'explication: Pour les forficules, la mesure de la distance du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen et celle de la longueur du corps ont été obtenues en ne tenant pas compte des appendices en forme de pince. Ces appendices sont, du reste, si légers que leurs différences de longueur n'influent pas sur la position relative du centre de gravité.

Pour les Oedipodes, l'attitude des insectes pendant les expériences n'a pas été absolument celle de la marche. Les cuisses postérieures étaient verticales et les jambes parallèles aux cuisses.

§ V.

Le centre de gravité est-il toujours situé dans la portion la plus large du corps de l'insecte ?

Dans les nombreuses expériences auxquelles j'ai soumis les insectes pour la détermination de la position de leur centre de gravité, j'ai toujours pris note: 1° de la largeur de la région qui comprend le centre de gravité: 2° de la plus grande largeur du corps.

Il semble, au premier abord, que le centre de gravité d'un insecte doit être constamment situé dans le zoonite qui offre le plus grand diamètre; les mesures que j'ai prises avaient pour but de rechercher s'il en était réellement ainsi.

Dans le cas où l'expérience aurait confirmé cette hypothèse, il en serait résulté que la seule inspection de la forme extérieure de l'animal suffit pour désigner, à fort peu près, l'endroit du corps où se trouve le centre de gravité; mais l'expérience donne, en général, un résultat

absolument différent. Il est rare que le centre de gravité tombe dans la portion du corps qui présente la plus grande largeur, et la forme extérieure ne permet que dans des cas particuliers de deviner la situation du point en question.

Un premier groupe d'articulés chez lesquels le centre de gravité doit se rencontrer dans l'anneau le plus large, comprend les animaux qui, vus au-dessus, présentent un contour sensiblement elliptique, et dont l'épaisseur du corps croît régulièrement de la périphérie vers le milieu de cette ellipse. Aussi voit-on, par exemple, le centre de gravité situé au milieu du corps et dans sa partie la plus large chez les crustacés isopodes du genre porcellion. Il en est à peu près de même pour plusieurs de nos coléoptères aquatiques, pour les scarabéiens, les élatérides et les méloés. J'ai noté le fait chez les espèces suivantes:

Acilius sulcatus,	femelle.
Hydrophilus piceus,	femelle.
Anisoplia horticola,	femelle.
Anomala Frischii,	femelle.
Melolontha vulgaris,	mâle.
Lacon murinus,	mâle.
Meloe proscarabæus,	mâle.

Un deuxième groupe est celui des insectes à corps linéaire et à peu près aussi large dans toutes ses régions, c'est ce que vérifient les:

Telephorus fuscus,	femelle.
Telephorus lividus,	femelle.
Ocypus morio.	

Si, au contraire, le corps présente une suite d'anneaux à diamètres très-variables, comme, par exemple, dans le cas d'un thorax robuste et d'un abdomen long et étroit,

il ne sera plus possible de se figurer, a priori, la position occupée par le centre de gravité, et il suffira de très-petites différences dans la forme et les dimensions de tel ou tel anneau pour que le centre de gravité se rencontre ou ne se rencontre pas dans la région la plus large du corps chez des insectes très-voisins. Je citerai, à l'appui de ce que j'avance ici, les résultats que m'a donnés la famille des Odonates; tous ses représentants ont presque le même aspect extérieur, et cependant, malgré cette quasi identité de structure, j'ai trouvé, dans les positions relatives du centre de gravité, les différences suivantes :

Agrion puella (femelle)	Premier tiers du 3me anneau abdominal.
Agrion sanguinea	Bord postérieur du 2me anneau abdomin.
Libellula conspurcata (femelle)	Bord postérieur du métathorax.
Libellula vulgata (femelle)	Sillon entre le métathorax et l'abdomen.
Cordulia metallica (femelle)	Bord postérieur du métathorax.
Aeschna grandis (femelle)	Milieu du 2me anneau abdominal [1].

Chez l'*Agrion puella* seule, le centre de gravité s'observe au point le plus large du corps.

Je pourrais multiplier les exemples ; je me bornerai à donner la position du centre de gravité dans trois espèces du groupe également très-naturel des Muscides.

Musca corvina	Premier anneau abdominal.
Lucilia Cœsar	Bord postérieur du métathorax.
Calliphora vomitoria	Sillon entre l'abdomen et le métathorax.

Enfin, il existe des insectes, comme les Hyménoptères du genre *Bombus*, où le centre de gravité tombe dans la région la plus étroite du corps, le pédoncule qui unit l'abdomen au thorax [2].

[1] Pour que les résultats fussent comparables, tous les insectes de ce groupe ont été placés sur l'appareil avec les ailes étendues horizontalement dans la position du vol.

[2] *Bombus terrestris*, *Bombus muscorum*, *Bombus lapidaria*.

Je conclus de ces faits que, toutes les fois que dans les recherches sur la mécanique des animaux, on a besoin, pour asseoir un raisonnement ou une théorie de la position du centre de gravité d'une espèce donnée, on ne saurait, avec quelque certitude, se borner à déduire la situation relative de ce point de la forme extérieure du corps; il faut déterminer cette situation expérimentalement [2]. Ainsi, pour citer un exemple, malgré tous les travaux scientifiques dont le cheval a été l'objet, on est surpris et peiné de trouver encore le passage suivant dans le remarquable traité de physiologie de M. G. Colin [1] : « Le centre de gravité *dont la position exacte n'a jamais été déterminée* correspond, à peu près, à l'intersection de deux lignes, l'une verticale tombant en arrière de l'appendice xiphoïde du sternum, l'autre horizontale séparant le tiers moyen du tiers inférieur du corps. Conséquemment, la ligne de gravitation (est) voisine du plan de la huitième côte..... »

§ VI.

De la situation du centre de gravité dans les deux sexes d'une même espèce.

Le centre de gravité occupe évidemment des positions absolues et relatives très-différentes chez les deux sexes

[1] Ce sont évidemment des considérations de cette nature qui ont engagé M. Monoyer à déterminer par l'expérience la position du centre de gravité chez les poissons. On sait combien les résultats que ce savant a obtenus lui ont fait modifier la théorie de l'équilibre et de la natation de ces animaux (Contribution à l'étude de l'équilibre et de la locomotion chez les poissons. Annales des Sciences natur., 5me série, tome VI, page 5, 1866).

[2] Traité de physiologie comparée des animaux, 2me édit., pp. 416 et 417, fig. 52 et 54. Paris, 1871.

d'espèces telles que le *Lampyris noctiluca,* le *Lucanus cervus,* le *Liparis dispar*, etc., dont le mâle et la femelle se distinguent par des caractères si tranchés qu'une personne peu familiarisée avec l'entomologie ne les rangerait pas dans le même genre. J'ai laissé ces cas exceptionnels de côté pour ne porter mon attention que sur les espèces rentrant dans la loi commune.

La grande majorité des insectes femelles diffère des mâles par un port plus massif et surtout un abdomen plus volumineux; aussi étais-je persuadé, au début de mes recherches, que le centre de gravité des femelles était presque toujours placé plus en arrière que chez l'autre sexe.

L'expérience ne confirme cependant pas cette prévision, et l'on voit, par le tableau qui suit, que l'inverse peut aussi exister. De huit espèces essayées, cinq présentent effectivement le centre de gravité plus voisin de l'extrémité anale et, par suite, un rapport entre la distance du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen et la longueur totale du corps plus petit chez les femelles que chez les mâles; mais trois autres montrent, chez les femelles, le centre de gravité plus rapproché de la tête et un rapport plus grand. Ce qu'il y a de plus singulier encore, c'est que les deux dispositions contraires se rencontrent chez des espèces voisines ou, tout au moins, appartenant au même groupe; comme les *Libellula conspurcata* et *Libellula vulgata,* les *Melolontha vulgaris* et *Oryctes nasicornis.*

	SEXE	DISTANCE du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen	Longueur de l'insecte.	RAPPORT entre la distance du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen et la longueur du corps.	POSITION RELATIVE DU CENTRE DE GRAVITÉ	OBSERVATIONS
		Millimètres	Millimètres			
Melolontha vulgaris..	Mâle.	13,5	27,5	0,49	Bord antérieur du 2e anneau abdominal (face ventrale).	Moyenne de 2 individus.
Melolontha vulgaris..	Femelle.	13,5	29,7	0,45	Bord postérieur du 1er anneau abdominal.	Moyenne de 6 individus.
Locusta viridissima ..	Mâle.	17,0	37,0	0,46	3 millim. en arrière des trochanters des pattes postér.	Mesures prises en négligeant les pièces anales.
Locusta viridissima ..	Femelle.	15,0	37,0	0,40	1 millim. en arrière des trochanters des pattes postér.	Mesures prises en négligeant l'oviscapte.
Libellula conspurcata.	Mâle.	30,3	46,0	0,66	Milieu du prothorax.	Mesures prises en négligeant les pièces anales.
Libellula conspurcata.	Femelle.	27,0	44,5	0,61	Bord postérieur du métathorax.	Id.
Notodonta dictœa ...	Mâle.	12,5	21,0	0,59	Bord postérieur du 1er anneau abdominal.	
Notodonta dictœa ...	Femelle.	16,5	30,0	0,55	Milieu du 3me anneau abdominal.	Pleine d'œufs.
Lucilia Cœsar.....	Mâle.	5,0	9,5	0,54	Bord postérieur du mésothorax.	
Lucilia Cœsar.....	Femelle.	4,7	11,0	0,43	Bord postérieur du métathorax.	

d'espèces telles que le *Lampyris noctiluca*, le *Lucanus cervus*, le *Liparis dispar*, etc., dont le mâle et la femelle se distinguent par des caractères si tranchés qu'une personne peu familiarisée avec l'entomologie ne les rangerait pas dans le même genre. J'ai laissé ces cas exceptionnels de côté pour ne porter mon attention que sur les espèces rentrant dans la loi commune.

La grande majorité des insectes femelles diffère des mâles par un port plus massif et surtout un abdomen plus volumineux; aussi étais-je persuadé, au début de mes recherches, que le centre de gravité des femelles était presque toujours placé plus en arrière que chez l'autre sexe.

L'expérience ne confirme cependant pas cette prévision, et l'on voit, par le tableau qui suit, que l'inverse peut aussi exister. De huit espèces essayées, cinq présentent effectivement le centre de gravité plus voisin de l'extrémité anale et, par suite, un rapport entre la distance du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen et la longueur totale du corps plus petit chez les femelles que chez les mâles; mais trois autres montrent, chez les femelles, le centre de gravité plus rapproché de la tête et un rapport plus grand. Ce qu'il y a de plus singulier encore, c'est que les deux dispositions contraires se rencontrent chez des espèces voisines ou, tout au moins, appartenant au même groupe; comme les *Libellula conspurcata* et *Libellula vulgata*, les *Melolontha vulgaris* et *Oryctes nasicornis*.

	SEXE	DISTANCE du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen	Longueur de l'insecte.	RAPPORT entre la distance du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen et la longueur du corps.	POSITION RELATIVE DU CENTRE DE GRAVITÉ	OBSERVATIONS
		Millimètres	Millimètres			
Melolontha vulgaris..	Mâle.	13,5	27,5	0,49	Bord antérieur du 2e anneau abdominal (face ventrale).	Moyenne de 2 individus.
Melolontha vulgaris..	Femelle.	13,5	29,7	0,45	Bord postérieur du 1er anneau abdominal.	Moyenne de 6 individus.
Locusta viridissima..	Mâle.	17,0	37,0	0,46	3 millim. en arrière des trochanters des pattes postér.	Mesures prises en négligeant les pièces anales.
Locusta viridissima..	Femelle.	15,0	37,0	0,40	1 millim. en arrière des trochanters des pattes postér.	Mesures prises en négligeant l'oviscapte.
Libellula conspurcata.	Mâle.	30,3	46,0	0,66	Milieu du prothorax.	Mesures prises en négligeant les pièces anales.
Libellula conspurcata.	Femelle.	27,0	44,5	0,61	Bord postérieur du métathorax.	Id.
Notodonta dictœa ...	Mâle.	12,5	21,0	0,59	Bord postérieur du 1er anneau abdominal.	
Notodonta dictœa ...	Femelle.	16,5	30,0	0,55	Milieu du 3me anneau abdominal.	Pleine d'œufs.
Lucilia Cœsar.....	Mâle.	5,0	9,5	0,54	Bord postérieur du mésothorax.	
Lucilia Cœsar.....	Femelle.	4,7	11,0	0,43	Bord postérieur du métathorax.	

	SEXE	DISTANCE du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen	Longueur de l'insecte.	RAPPORT entre la distance du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen et la longueur du corps.	POSITION RELATIVE DU CENTRE DE GRAVITÉ	OBSERVATIONS
		Millimètres	Millimètres			
Oryctes nasicornis ..	Mâle.	12,5	30,8	0,40	Bord antérieur des hanches de la 3me paire.	Moyenne de 2 individus.
Oryctes nasicornis ..	Femelle.	15,5	34,5	0,45	Tiers antérieur des hanches de la 3me paire.	
Libellula vulgata . ..	Mâle.	23,0	35,0	0,66	Tiers postérieur du métathorax.	
Libellula vulgata	Femelle.	23,7	35,5	0,67	Sillon entre le thorax et l'abdomen.	
Agrion puella.....	Mâle.	21,5	33,5	0,64	Deuxième tiers du 3me anneau abdominal.	
Agrion puella.....	Femelle.	23,5	36,0	0,65	Milieu du 3me anneau abdominal.	

Ces faits sur lesquels, du reste, je n'insisterai pas plus longuement, doivent trouver leur explication naturelle, non exclusivement dans le volume plus ou moins grand de l'abdomen, mais aussi dans sa forme. Ainsi, nous voyons exister les deux situations contraires du centre de gravité chez les deux sexes de *Melolontha vulgaris* et de l'*Oryctes nasicornis*, ce qui paraît inexplicable tant qu'on n'a pas calculé, pour les deux sexes, le rapport de la plus grande largeur du corps à sa longueur. Voici les nombres en question :

		Rapport de la plus grande largeur à la longueur
Melolontha vulgaris ...	mâle.....	0.42
	femelle....	0,46
Oryctes nasicornis	mâle.....	0,53
	femelle....	0,50

Chez le hanneton, l'abdomen de la femelle comparé à celui du mâle est donc plus large relativement à la longueur du corps, aussi le centre de gravité est-il plus reculé; chez l'Oryctes, nous observons le contraire, et le centre de gravité est plus voisin de la tête.

Les mesures prises sur les libellules nous montrent également que, si le centre de gravité est situé plus en avant chez la *L. vulgata* femelle, c'est que son abdomen est plus étroit proportionnellement à la longueur que celui du mâle. Chez la *L. conspurcata*, le rapport de la longueur à la largeur est le même dans les deux sexes; mais l'abdomen de la femelle est un peu plus allongé, d'une manière absolue, ce qui ramène le centre de gravité en arrière.

		Rapport de la plus grande largeur à la longueur.
Libellula vulgata	mâle.....	0,12
	femelle....	0,11
Libellula conspurcata..	mâle.....	0,15
	femelle....	0,15

En résumé, le centre de gravité n'occupe pas la même position dans les deux sexes d'une même espèce ; il est tantôt plus, tantôt moins reculé chez les femelles que chez les mâles, et sa situation dépend des rapports existant entre les diverses dimensions des individus.

§ VII.

Le centre de gravité se déplace-t-il lors du changement de la larve en insecte parfait chez les insectes à métamorphoses complètes?

La forme de la larve est généralement si éloignée de celle de l'insecte parfait qu'on pouvait légitimement s'attendre à constater une différence notable entre les positions du centre de gravité dans les deux états extrêmes d'une même espèce. La nymphe ou chrysalide devait, comme état intermédiaire, offrir une position intermédiaire aussi du centre de gravité.

C'est ce qu'on observe effectivement quant à la situation relative du point en question. On verra, par les exemples qui suivent, pris chez les Lépidoptères diurnes, nocturnes et chez les grands Coléoptères, que le centre de gravité, qui est abdominal chez les larves, se rapproche de la tête et tend à devenir thoracique chez les insectes parfaits.

POSITION RELATIVE DU CENTRE DE GRAVITÉ.

	LARVES	NYMPHES OU CHRYSALIDES	INSECTES PARFAITS
Hydrophilus piceus.	Milieu du 3me anneau abdominal.	. . . . .	Extrémités externes des hanches de la 3me paire (femelle).
Dytiscus marginalis.	Milieu du 2me anneau abdominal.	. . . . .	Tiers postérieur des hanches de la 3me paire (mâle).
Oryctes nasicornis.	Entre le 4me et le 5me anneau abdominal (côté tergal) [1].	Milieu du 2me anneau abdominal (côté tergal), bord postérieur des hanches de la 3me paire (femelle).	Premier anneau abdominal (côté tergal) et tiers antérieur des hanches de la 3me paire (femelle).
Liparis dispar.	Entre le 3me et le 4me anneau abdominal.	Milieu du 3me anneau abdominal.	Bord postérieur du 2me anneau abdominal.
Vanessa urticæ.	Entre le 6me et le 7me anneau abdominal.	. . . . .	Articulations des cuisses sur les hanches de la 3me paire.

[1] On sait que les énormes larves d'*Oryctes nasicornis* ont, comme celles du hanneton, la partie postérieure du corps recourbée en dessous; mais lorsque l'animal a été tué par la vapeur d'éther, cette région du corps s'étend presque entièrement, de sorte qu'on peut, sans grande erreur, mesurer la distance du centre de gravité à l'extrémité réelle de la larve.

Mais les résultats se présentent avec une tout autre signification, si on envisage la question au point de vue de la position absolue du centre de gravité. En calculant pour les insectes déjà cités, le rapport existant entre la distance du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen et la longueur totale de l'animal, on constate que ce rapport est toujours plus petit chez l'insecte parfait que chez la larve ; ce qui montre que l'insecte parfait a son centre de gravité plus rapproché de l'extrémité postérieure du corps. L'inverse existe chez les nymphes ; leur centre de gravité est plus éloigné de l'extrémité postérieure que chez les larves et que chez les insectes parfaits.

RAPPORTS DONNANT LA SITUATION ABSOLUE DU CENTRE DE GRAVITÉ.

	LARVES	NYMPHES	INSECTES PARFAITS	
Hydrophilus piceus	0,55		0,48	Moyenne de deux individus femelles (pour les insectes parfaits).
Dytiscus marginalis	0,53		0,43	
Oryctes nasicornis	0,47	0,52	0,45	
Liparis dispar	0,51	0,54	0,46	Moyennes de trois individus pour les trois états.
Vanessa urticæ	0,47		0,46	

Si donc nous ne considérons que les phases extrêmes, nous arrivons à ces deux conclusions en apparence contradictoires que, pendant le cours des métamorphoses, le centre de gravité se rapproche de la tête relativement aux différents zoonites, tandis qu'il s'en éloigne relativement aux dimensions du corps.

Il est facile d'expliquer cette contradiction : le thorax des larves est généralement très-réduit et les anneaux de

l'abdomen nombreux ; le centre de gravité y tombe donc inévitablement dans un anneau abdominal. Chez l'insecte parfait, au contraire, le thorax a acquis des dimensions considérables, et le nomdre des anneaux abdominaux a diminué. Le thorax se prolongeant donc davantage en arrière, a marché, en quelque sorte, à la rencontre du centre de gravité, qui reste sensiblement dans la région médiane du corps et, l'abdomen se raccourcissant, la distance de son extrémité au point en question diminue.

En résumé, tandis que le centre de gravité progresse vers l'extrémité antérieure du corps, la portion postérieure de celui-ci se raccourcit et le raccourcissement l'emporte un peu sur le déplacement du centre de gravité.

Quant au fait observé chez les nymphes, il doit être attribué à la position tout exceptionnelle des organes du vol repliés sous la région thoracique et présentant là, condensée sur un petit espace, une quantité notable de matière qui se répartira, plus tard, le long de la face dorsale de l'abdomen, lorsque les ailes et les élytres seront devenues libres.

§ VIII.

De la situation du centre de gravité pendant la station et la marche.

Strauss-Durckheim commence ainsi le chapitre intitulé *De la station des insectes* [1] : « Les trois paires de pattes étant insérées sur le corps en avant de son centre de gravité, *ordinairement placé* [2] *à la base de l'abdomen ou*

[1] Considérations générales sur l'anatomie comparée des animaux articulés, page 179.

[2] Le texte de Strauss porte *placées :* mais c'est évidemment une faute d'impression.

dans la partie postérieure du thorax, on conçoit que ces animaux ne pourraient se soutenir librement si leurs pattes, et surtout les postérieures, appuyaient sur des points placés perpendiculairement sous ceux de leur insertion.... »

L'opinion émise sur la situation du centre de gravité par le célèbre auteur de l'anatomie du hanneton est parfaitement exacte et se trouve vérifiée par la plupart de mes essais. On verra figurer dans les tableaux qui accompagnent ce paragraphe les données concernant 46 espèces d'insectes appartenant à des groupes très-divers. Parmi ces 46 espèces, 35 ont le centre de gravité situé dans l'abdomen et, en général, dans l'un des premiers anneaux de cette partie du corps; 11 ont le centre de gravité placé dans le thorax, savoir, 6 dans le métathorax, 4 dans le mésothorax et une seule dans le prothorax.

Je tiens à faire remarquer, pour l'intelligence des tableaux que j'ai dressés, qu'il faut bien se garder, lors de leur lecture, de considérer comme thoracique un centre de gravité situé, ainsi que cela arrive chez beaucoup d'insectes, à la hauteur des trochanters de la troisième paire de pattes. Il en résulte, au contraire, fort souvent que le centre de gravité est abdominal. Je citerai les Carabiques chez lesquels les hanches de la troisième paire se prolongent si loin en arrière que les trochanters correspondants se trouvent, à peu près, à la moitié de la longueur de l'abdomen [1].

Passons actuellement à l'examen du premier tableau concernant la station [2] ; les insectes y sont groupés suivant

[1] L'abdomen étant considéré par le côté dorsal.
[2] Pages 31, 32, 33 et 34.

leurs affinités zoologiques. Si nous portons d'abord notre attention sur les positions relatives du centre de gravité des différentes espèces, nous constatons une fois de plus ce que j'ai déjà exposé au § V, c'est-à-dire que la position du centre de gravité relativement aux anneaux ou à d'autres parties du corps varie beaucoup pour de petites différences de structure; qu'il arrive souvent que le centre de gravité situé dans tel zoonite est placé dans le précédent ou le suivant chez une autre espèce très-rapprochée de la première. En essayant de classer les espèces d'après les positions relatives du centre de gravité, on obtiendrait une série étrange renfermant souvent côte à côte les espèces les plus dissemblables.

Mais il n'en est plus de même des rapports donnant la *situation absolue* du centre de gravité; ces rapports sont généralement très-voisins chez les insectes possédant, quelle que soit leur taille, le même facies, la même structure extérieure et, par conséquent, chez ceux faisant partie du même groupe naturel.

Il y a plus, il n'est pas nécessaire que deux insectes appartiennent à la même subdivision zoologique pour que la position absolue de leurs centres de gravité soit, à fort peu près la même, il suffit qu'il y ait entre eux de grandes analogies de formes. Prenons, par exemple, un Orthoptère l'*Agrion sanguinea* et un Hyménoptère la *Sphex sabulosa,* tous deux ont quatre ailes membraneuses minces et très-délicates dont le poids aura peu d'influence, un thorax assez développé et un abdomen très-long; or le rapport entre la distance du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen et la longueur totale du corps est pour l'agrion 0,69 et pour la sphex 0,68 [1].

[1] La *Sphex sabulosa* se trouve dans le second tableau.

Citons encore le rapprochement qu'on peut établir, à cet égard, entre les Hyménoptères soit diploptères, soit mellifères et les Diptères muscides et syrphiens.

Voici les rapports que m'ont fournis les espèces essayées :

Bombus lapidaria.....	0,50
Dasypoda hirtipes.....	0,51
Vespa vulgaris.....	0,56
Sarcophaga carnaria.....	0,55
Lucilia Cæsar.....	0,53
Syrphus ribesii.....	0,50
Eristalis tenax.....	0,54

Si le principe des classifications parallèles était en usage en entomologie et si nous possédions une classification semblable soigneusement faite, ainsi que les nombres représentant la position absolue du centre de gravité pour toutes les espèces types, je ne doute pas qu'on n'observe fréquemment des faits du même ordre que ceux que j'ai pu mettre en lumière à l'aide d'un nombre restreint d'expériences.

(*Voir les tableaux N° I des pages 31, 32, 33 et 34*).

Le deuxième tableau contient les résultats que m'ont donnés un certain nombre d'espèces isolées et ne pouvant, conséquemment former des groupes d'une certaine valeur théorique. On y retrouvera la *Sphex* (*ammophila*) *sabulosa* et la *Vespa vulgaris* dont il a été question plus haut. Je donne ce tableau afin de ne point abandonner dans un oubli complet des nombres qui pourraient offrir une certaine utilité pour des travaux ultérieurs.

(*Voir le tableau N° II de la page 35.*)

N° 1	Longueur du corps.	DISTANCE du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen	RAPPORT donnant la position absolue du centre de gravité.	POSITION RELATIVE DU CENTRE DE GRAVITÉ
	Millimètres	Millimètres		
Coléoptères Carabiques.				
Carabus auratus (femelle)....	23,0	11,3	0,49	Articulations des hanches de la 3me paire avec les trochanters.
Nebria brevicollis	12,0	5,6	0,46	Bord antérieur des hanches de la 3me paire.
Feronia cuprea (mâle).....	12,5	5,6	0,45	Bord antérieur des hanches de la 3me paire.
Feronia (Omasœus) melanaria (femelle)	16,6	7,2	0,43	Bord antérieur des hanches de la 3me paire.
Coléoptères Cétoniides et Mélolonthides.				
Anisoplia horticola (femelle).	10,0	4,7	0,47	Trochanters de la 3me paire.
Melolontha vulgaris (mâle) ..	27,5	13,5	0,49	Bord postérieur du 1er anneau abdominal (face ventrale).
Anomala Frischii.....	15,0	7,7	0,51	Articulations des hanches de la 3me paire avec le métathorax.
Orthoptères Locustaires.				
Locusta viridissima (mâle)...	37,0	17,0	0,46	3mm en arrière des trochanters de la 3me paire.
Decticus sp? (mâle).....	18,0	7,5	0,42	0mm,5 en arrière des trochanters de la 3me paire.

N° I (suite)	Longueur du corps.	DISTANCE du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen	RAPPORT donnant la position absolue du centre de gravité.	POSITION RELATIVE DU CENTRE DE GRAVITÉ
	Millimètres	Millimètres		
Orthoptères Libellulines.				
Libellula vulgata (mâle)	35,0	23,0	0,66	Tiers postérieur du métathorax.
Libellula conspurcata (mâle).	46,0	30,3	0,66	Milieu du prothorax.
Cordulia métallica (femelle),.	54,5	38,5	0,70	Milieu du métathorax.
Aeschna grandis (femelle) ...	69,0	46,0	0,67	Milieu du 2me anneau abdominal.
Orthoptères Agrionines.				
Agrion puella (femelle).....	36,0	23,5	0,65	Deuxième tiers du 3me anneau abdominal.
Agrion sanguinea.....	37,5	26,0	0,69	Bord postérieur du 2me anneau abdominal.
Hyménoptères Apiaires.				
Bombus terrestris	17,0	8,2	0,47	Pédoncule unissant le thorax à l'abdomen.
Bombus lapidaria.....	16,0	8,0	0,50	Pédoncule unissant le thorax à l'abdomen.
Dasypoda hirtipes.....	10,5	5,4	0,51	Pédoncule unissant le thorax à l'abdomen.

N° I (suite)	Longueur du corps.	DISTANCE du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen	RAPPORT donnant la position absolue du centre de gravité	POSITION RELATIVE DU CENTRE DE GRAVITÉ
	Millimètres	Millimètres		
		Lépidoptères Pieridinées.		
Pieris brassicæ (mâle).....	18.0	8,3	0,46	Bord postérieur du 2me anneau abdominal.
Pieris napi.....	19,5	8,6	0,44	Deuxième anneau abdominal.
		Lépidoptères Nymphalinées.		
Vanessa polychloros.....	24,0	9,7	0,40	Bord postérieur du 2me anneau abdominal.
Vanessa urticæ.....	20,0	9,5	0,47	Articulations des hanches et trochanters de la 3me paire.
		Lépidoptères Satyrinées.		
Satyrus hyperanthus.....	16,0	8,4	0,52	Bord postérieur du 2me anneau abdominal.
Satyrus megæra.....	15,5	9,0	0,58	Deuxième anneau abdominal.
		Lépidoptères Sphinginées.		
Smerinthus tiliæ (mâle).....	28,0	16,0	0,57	Bord postérieur du deuxième anneau abdominal (côté tergal).
Macroglossa stellatarum (mâle)	24,0	13,5	0,56	Milieu du premier anneau abdominal.

N° I (suite)	Longueur du corps.	DISTANCE du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen	RAPPORT donnant la position absolue du centre de gravité.	POSITION RELATIVE DU CENTRE DE GRAVITÉ
	Millimètres	Millimètres		
Diptères Muscides.				
Sarcophaga carnaria	12,0	6,6	0,55	Entre les trochanters des 2me et 3me paires (métathorax côté tergal).
Lucilia Cœsar (mâle)	9,5	5,0	0,53	Région postérieure du métathorax.
Diptères Syrphiens.				
Syrphus ribesii	12,0	6,0	0,50	Trochanters de la deuxième paire.
Eristalis tenax	16,0	8,7	0,54	Trochanters de la troisième paire.
Diptères Tipuliens.				
Tipula oleracea	19,0	10,5	0,55	Tiers postérieur du deuxième anneau abdominal.
Pachyrina crocata	19,0	11,0	0,58	Milieu du cinquième anneau abdominal.

N° II	Longueur du corps.	Distance du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen.	Rapport donnant la position absolue du centre de gravité.	POSITION RELATIVE DU CENTRE DE GRAVITÉ.
	Millimètres.	Millimètres.		
Oryctes nasicornis (mâle)	31,1	12,8	0,41	Bord antérieur des hanches de la 3e paire (2e anneau abdominal (côté tergal).
Lacon murinus	13,5	6,7	0,49	Milieu du métathorax.
Lampyris noctiluca (femelle)	11,3	7,0	0,61	Bord postérieur du 2e anneau abdominal.
Telephorus fuscus (femelle)	15,5	7,7	0,49	Trochanters de la 3e paire.
Meloë proscarabœus (mâle)	19,5	9,0	0,46	Milieu des trochanters de la 3e paire.
Hydrometra stagnorum	11,0	6,7	0,60	Milieu des hanches de la 2e paire.
Nepa cinerea [1]	23,0	12,0	0,52	Bord postérieur du premier anneau abdominal.
Forficula auricularia [2]	15,0	5,5	0,36	Milieu du 2e anneau abdominal.
Vespa vulgaris	13,0	7,3	0,56	Trochanters de la 2e paire.
Sphex (ammophila) sabulosa	19,0	13,0	0,68	Extrémités externes des hanches de la 3e paire.
Liparis dispar (femelle)	18,0	8,5	0,47	Deuxième anneau abdominal.
Notodonta dictæa (mâle)	21,0	12,5	0,59	Bord postérieur du premier anneau abdominal.
Acronycta leporina	19,0	10,0	0,53	Bord postérieur du 3e anneau abdominal.
Plusia gamma	20,0	9,0	0,45	Hanches de la 2e paire.

[1] Les appendices respiratoires de l'abdomen ont été négligés dans les mesures.
[2] Les pinces ont été négligées.

L'une des espèces qui figurent dans ce tableau, l'*Oryctes nasicornis,* m'a servi à une vérification de mes procédés de détermination du centre de gravité ; vérification que je veux décrire, parce qu'elle est de nature à montrer que les valeurs que j'ai obtenues sont très-rapprochées des valeurs exactes : j'avais trouvé, par mon appareil, que le centre de gravité de deux Oryctes mâles était placé dans le plan vertical qui passe par la région tergale du deuxième anneau abdominal et le bord antérieur des hanches de la troisième paire. Or, si c'était là la véritable position du centre de gravité, il fallait que toute la partie du corps située au delà du plan dont je viens de parler eût exactement le même poids que la partie située en deçà. J'ai donc coupé en deux, à l'aide de ciseaux fins, les deux animaux en question, en suivant exactement les limites indiquées et j'ai mis dans les plateaux d'une bonne balance de précision, d'un côté les deux abdomens avec leurs portions d'ailes et d'élytres, de l'autre les deux thorax auxquels adhéraient les fragments correspondants des organes du vol. La différence de poids a été en faveur des abdomens, mais elle était excessivement faible : $0^{gr},009$, les deux insectes pesant ensemble à l'état entier, $4^{gr},53$. En moyenne, pour un seul Oryctes, le poids de la partie du corps postérieure au centre de gravité déterminé par l'expérience ne surpassait, par conséquent, le poids de la partie antérieure que de *quatre milligrammes et demi* ou 0,002 du poids total de l'insecte.

Si on compare tous les rapports donnant la position absolue du centre de gravité chez des insectes à l'état de station, on trouve que les soixante-dix valeurs obtenues soit dans les expériences citées dans ce paragraphe soit

dans celles décrites plus haut ou dont il me reste encore à parler, oscillent entre 0,40 et 0,70; mais que quarante-trois, c'est-à-dire près des deux tiers, sont comprises entre les limites assez restreintes de 0,46 à 0,55. D'où nous tirons la conclusion générale que, dans le plus grand nombre des cas, le centre de gravité d'un insecte au repos est à très-peu près, situé au milieu de la longueur du corps.

Maintenant que nous connaissons la situation du centre de gravité durant la station, voyons ce qu'il devient pendant la marche.

M. P. Bert, qui a étudié avec soin la marche du *Carabus auratus*, s'exprime ainsi, à propos du centre de gravité (situé d'après mes déterminations au-dessus des articulations des hanches de la 3me paire avec les trochanters) : « .... Jamais il ne sort de la base de sustentation ni ne tend à en sortir. La marche n'est donc pas ici, comme chez les bipèdes et les quadrupèdes, une série de chutes arrêtées, dans lesquelles le centre de gravité porté en avant détermine le mouvement. Il y a simple traction et propulsion. »

« De plus, les articulations se mouvant dans le sens horizontal et non dans le sens vertical, le centre de gravité n'est pas, comme chez les bipèdes et les quadrupèdes, alternativement élevé, puis abaissé. Sa trajectoire, en un mot, est horizontale et sensiblement rectiligne, tandis que chez les animaux dont je viens de parler, elle décrit des oscillations à la fois dans une direction verticale et dans une direction horizontale [1]. »

[1] Notes diverses sur la locomotion chez plusieurs espèces animales (Mém. de la Société des Sciences phys. et natur. de Bordeaux, 1er cahier (suite), 1866, page 31).

Les déplacements du centre de gravité, considéré *dans le corps même de l'animal*, sont le résultat des mouvements des membres locomoteurs qui modifient continuellement et dans un certain ordre déterminé la distribution de la matière pesante. Il ne pouvait guère être question de mesurer ces déplacements chez la plupart de nos insectes dont les pattes ont, en général, un poids excessivement faible. Les Orthoptères sauteurs seuls ont une paire de membres, la postérieure, suffisamment développée ; aussi me suis-je borné à prendre la *Locusta viridissima* et l'*Oedipoda grossa* comme sujets d'expériences. On verra que, malgré le volume des cuisses et la longueur des jambes de la troisième paire, les mouvements de ces membres n'ont qu'une faible influence.

Afin d'obtenir des résultats un peu marqués, j'ai fait agir les deux pattes à la fois et exagéré les attitudes, plaçant successivement les membres postérieurs dans les trois attitudes suivantes :

1° Toutes les articulations fléchies ; cuisse verticale, jambe verticale parallèle à la cuisse ; tarses horizontaux.

2° Demi-flexion, cuisse oblique faisant avec la verticale un angle de 30°, jambe oblique faisant avec la cuisse un angle de 45°, tarses horizontaux.

3° Extension complète ; cuisse, jambe, tarse dirigés horizontalement en arrière.

Les déplacements du centre de gravité sont considérés à deux points de vue différents dans le tableau qui suit [1] : Les nombres inscrits dans la colonne intitulée *déplacement absolu* sont ceux qu'on obtient en soustrayant, pour chaque insecte, la distance du centre de gravité à l'ex-

[1] Voyez page 40.

trémité de l'abdomen dans l'attitude affectée par l'animal, de la même distance mesurée lorsque ce dernier était dans une attitude précédente prise comme point de comparaison. La colonne intitulée *déplacement relatif* contient, pour chaque espèce, le rapport de la valeur absolue du déplacement du centre de gravité à la longueur totale du corps. Ainsi les nombres 0,027, 0,042 signifient que le centre de gravité s'est déplacé des vingt-sept millièmes ou des quarante-deux millièmes de la longueur de l'animal.

(*Voir le tableau à la page suivante.*)

Le mouvement d'extension des deux pattes postérieures amène donc un déplacement du centre de gravité vers l'extrémité postérieure du corps de l'animal; mais ce déplacement est très-faible puisque le plus considérable ne dépasse pas les quarante-deux millièmes de la longueur du corps.

Si l'on considère que les orthoptères sauteurs sont des insectes à organes locomoteurs exceptionnels et que, chez la grande majorité des autres, les pattes postérieures sont proportionnellement bien plus courtes; si l'on se rappelle de plus que, dans la marche proprement dite, jamais un insecte ne pose ou ne lève, à la fois, comme dans nos expériences, les pattes d'une même paire [1], de sorte que l'effet produit par le mouvement en avant d'une patte est, en grande partie, compensé par le maintien en arrière de celle du côté opposé, on arrive à cette conclu-

[1] Strauss-Durckheim, op. cit., p. 181. — Lacordaire, Introduction à l'Entomologie, tome I, p. 440. Paris, 1834. — Dugès, Traité de physiologie comparée de l'homme et des animaux, tome II, p. 169, fig. 212. Paris et Montpellier, 1838. — Paul Bert, op. cit. p. 31.

	Attitude A. Toutes les articulations du membre postérieur sont fléchies.				Attitude B. Membres postérieurs en demi-flexion.				Attitude C. Membres postérieurs étendus en arrière.			
	Longueur du corps.	Distance du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen.	Rapport entre la distance du centre de gravité à l'extrémité postérieure et la longueur du corps.	Position relative du centre de gravité.	Distance du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen.	Déplacement par rapport à A. Absolu	Déplacement par rapport à A. Relatif	Position relative du centre de gravité.	Distance du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen.	Déplacement par rapport à A. Absolu	Déplacement par rapport à A. Relatif.	Position relative du centre de gravité.
	Millim.	Millim.			Millim.	Millim.			Millim.	Millim.		
Locusta viridissima (femelle).	37,0	15,5	0,42	Trochanters de la 3e paire, ou bord antérieur du 2me anneau abdominal.	15,0	0,5	0,013	1mm en arrière du trochanter de la 3me paire, ou milieu du 2me anneau abdominal.	14,5	1,0	0,027	1mm,5 en arrière du trochanter de la 3me paire, ou bord antérr du 3me anneau abdominal.
Œdipoda grossa (mâle).	22,5	12,3	0,55	Trochanters de la 3me paire.	12,0	0,5	0,022	0mm,5 en avant du trochanter de la 3me paire	11,7	0,6	0,027	Bord postérieur des trochanters de la 3me paire.
Œdipoda grossa (mâle).	23,5	13,0	0,55	Trochanters de la 3me paire.	12,5	0,5	0,021	0mm,5 en avant du trochanter de la 3me paire	12,0	1,0	0,042	0mm,5 en arrière du trochanter de la 3me paire.

sion que, pendant la marche normale d'un insecte de forme ordinaire, d'un coléoptère par exemple, les déplacements du centre de gravité autour de sa position moyenne doivent être si minimes qu'il est inutile, ainsi que je le disais plus haut, de tenter de les mesurer.

Terminons ce qui concerne la marche par quelques mots sur une attitude particulière aux Staphyliniens. Tout le monde sait que, lorsque ces animaux sont inquiétés, ils relèvent d'une façon menaçante la partie postérieure du corps. L'abdomen presque entier se recourbe vers le dos. L'espèce sur laquelle ont porté mes essais est l'*Ocypus morio.*

Je ne pouvais, dans ce cas tout particulier, mesurer la distance du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen. J'ai donc compté la distance de ce point à partir du bord antérieur du labre. On obtient ainsi, dans les deux attitudes répondant, l'une à la station normale et l'autre à la flexion de l'abdomen sur le dos.

OCYPUS MORIO.						
STATION NORMALE.			ABDOMEN RELEVÉ		Valeur du déplacement.	
Longueur du corps.	Distance du centre de gravité au labre	Position relative du centre de gravité.	Distance du centre de gravité au labre.	Position relative du centre de gravité.	Absolu.	Relatif.
Millim. 17,0	Millim. 8,3	Premier anneau abdominal.	6,5	mésothorax. Milieu du	1,8	0,10

Comme on devait s'y attendre, le déplacement est considérable; il égale un dixième de la longueur du corps et le centre de gravité d'abdominal est devenu mésothoracique.

§ IX.

Situation et déplacements du centre de gravité pendant le vol.

Les ailes de la plupart des insectes offrent une grande surface, et, par conséquent, malgré la délicatesse de leur structure un poids qui n'est pas négligeable et dont les déplacements soit pendant le vol, soit en passant de la position du repos à celle affectée durant le vol, doivent nécessairement avoir une influence sur la situation du centre de gravité de l'ensemble du corps.

Rappelons-nous, en outre, que dans le vol il n'y a pas seulement que les ailes qui exécutent des mouvements, mais que, d'après les recherches déjà anciennes de Jurine et de Chabrier [1], les parois du thorax subissent des modifications telles que la forme de cette région du corps change continuellement : lors de l'abaissement des ailes, le thorax se raccourcit et les pièces tergales s'élèvent; lorsque les ailes se relèvent, au contraire, les pièces tergales s'abaissent et le thorax s'allonge. Enfin, tout entomologiste observateur a pu constater que, pendant le vol, les insectes disposent ordinairement leurs pattes d'une autre façon que pendant la marche ou la station ; nouvelle cause qui peut influer sur la situation du centre de gravité.

Comme les déplacements du centre de gravité résultant des mouvements des ailes *dans le vol proprement dit* sont trop petits pour pouvoir être mesurés par les méthodes que j'ai mises en usage, j'ai dû borner mes recherches à l'examen de la valeur du déplacement que subit le centre de gravité lorsque les insectes ailés des diffé-

[1] Essai sur le vol des insectes (Mém. du Museum, tomes VI, VII et VIII). Paris, 1820-1822.

rents ordres passent de la position du repos à celle du vol.

Disons d'abord quelques mots de la façon dont les expériences ont été effectuées : La position du centre de gravité ayant été déterminée avec les précautions indiquées au § II, on écarte les ailes de l'animal, les ailes et les élytres, si c'est un coléoptère, en leur donnant, autant que possible, la disposition qu'elles présentent dans le vol naturel. Cette opération est difficile; il faut éviter de manier le corps même de l'insecte et il faut, de plus, que les ailes restent, sans soutien étranger, dans la situation qu'on leur a donnée. Dans tous les cas un peu douteux où les ailes ont été froissées, ou bien où elles ne conservaient pas une situation convenable, l'expérience n'a pas été continuée et aucune mesure n'a été prise. J'ajouterai que, presque toujours, on obtient de bons résultats en couchant l'animal sur le dos; la petite adhérence des ailes à la surface de l'appareil les maintenant en place. Enfin, j'ai cherché à donner aux pattes la position qu'elles prennent pendant le vol, me rapprochant ainsi, autant que faire se peut, des conditions naturelles du phénomène.

Je ne suivrai pas, à proprement parler, de classification zoologique dans l'exposé de mes résultats, je me laisserai guider par la manière dont les animaux en question disposent leurs organes du vol à l'état de station et à l'état actif.

Les dénominations de *déplacement absolu* et *de déplacement relatif* employées dans mes tableaux ont la signification que je leur ai donnée dans le paragraphe précédent; c'est-à-dire que le déplacement absolu est la différence entre les deux distances du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen mesurées, l'une pendant la station, l'autre pendant le vol, et que le déplacement relatif

est le rapport de la valeur absolue du déplacement du centre de gravité à la longueur totale du corps. Ce sont ces rapports qui nous permettront d'établir jusqu'à un certain point, des comparaisons entre les différents types d'insectes.

A.

Un premier groupe comprend les insectes dont les ailes, horizontales au repos, sont situées à très peu près, dans cette attitude, comme pendant le vol. Il ne peut y avoir chez eux de déplacements du centre de gravité appréciables à l'aide de mes appareils. Telles sont les libellulines parmi les odonates. Je me suis occupé de ces insectes dans les §§ V, VI et VIII, il n'en sera donc plus question ici.

B.

Le deuxième groupe renferme les insectes dont les ailes verticales à l'état de repos se bornent à peu près à se rabattre à droite et à gauche lorsque l'animal prend appui sur l'air pour voler. Les lépidoptères diurnes (Achalinoptères de Blanchard) et les agrionines [1] nous présentent cette disposition. Ici non plus il n'y a guère de déplacement de matière ni en avant ni en arrière et, par conséquent pas de déplacement du centre de gravité dans le sens horizontal, ou un déplacement excessivement faible [2]. Voici ce que m'ont donné quelques espèces :

[1] Les *Lestes* exceptées.

[2] Il est bien entendu que dans les expériences de ce genre il faut, lorsqu'on ouvre les ailes, leur donner une position naturelle et non les ramener en avant d'une manière exagérée comme chez les Lépidoptères desséchés de beaucoup de collections. Je n'entends pas critiquer par là la méthode adoptée par les entomologistes collecteurs qui cherchent à rendre plus facilement appréciables tous les caractères spécifiques, mais prémunir contre une cause d'erreur qui, dans mes essais, aurait amené des déplacements du centre de gravité notablement trop grands.

	REPOS. AILES VERTICALES.			VOL. AILES HORIZONTALES.		Déplacement du centre de gravité.	
	Longueur du corps	Distance du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen	Position relative du centre de gravité.	Distance du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen	Position relative du centre de gravité.	Absolu.	Relatif.
	Millim.	Millim.		Millim.		Millim.	
Pieris brassicæ (mâle)	18,0	8,3	Bord postérieur du 2me anneau abdominal	8,5	Deuxième anneau abdominal	0,2	0,011
Pieris brassicæ (mâle)	19,0	8,5	Bord postérieur du 2me anneau abdominal	8,7	Deuxième anneau abdominal	0,2	0,010
Pieris napi	19,5	8,6	Deuxième anneau abdominal	8,6	Deuxième anneau abdominal	0,0	0,000
Vanessa urticæ	20,0	9,5	Trochanters de la 3me paire	9,5	Trochanters de la 3me paire	0,0	0,000
Vanessa polychloros	24,0	9,7	Bord postérieur du 2me anneau abdominal	9,7	Bord postérieur du 2me anneau abdominal.	0,0	0,000
Satyrus hyperanthus	16,0	8,4	Bord postérieur du 2me anneau abdominal	8,5	Deuxième anneau abdominal	0,1	0,006
Satyrus megæra	15,5	9,0	Deuxième anneau abdominal	9,0	Deuxième anneau abdominal	0,0	0,000
Agrian sanguinea	37,5	26,0	Bord postérieur du 2me anneau abdominal	26,5	Deuxième anneau abdominal	0,5	0,013

C.

J'ai réuni, en un troisième groupe, tous les insectes chez lesquels les ailes couchées, au repos, sur le dos, en toit ou croisées, se portent en avant en s'écartant du corps pendant le vol. Ce déplacement des ailes ou des ailes et des élytres, lorsqu'il en existe, reportant une certaine quantité de matière vers la tête, amène, ainsi que je l'ai dit au début de ce paragraphe, un déplacement inévitable du centre de gravité dans la même direction. Les tableaux suivants permettront de saisir immédiatement la valeur de ce déplacement.

(*Voir les tableaux des pages 47, 48, 49 et 50.*)

De l'examen de ces tableaux ressortent deux faits généraux : 1° *Chez les insectes dont les ailes sont couchées ou croisées sur ou le long du dos, à l'état de repos, le changement de position des ces ailes pour passer à l'état actif ou du vol amène toujours un déplacement du centre de gravité horizontal et d'arrière en avant;* 2° *ce déplacement est ordinairement très-petit.*

En ne considérant que les insectes assez nombreux pour pouvoir les réunir en groupes, on voit que les déplacements les plus considérables ont été présentés par les Coléoptères. Le déplacement relatif du centre de gravité, par le fait du mouvement de l'appareil du vol, varie chez eux de 0,059 a 0.023; la moyenne de tous les essais donne 0,042. Chez les Hyménoptères, il est compris entre 0,016 et 0,047, la moyenne est 0,030; chez les Diptères qui présentent, du reste, à ce sujet, beaucoup d'analogie avec les précédents, les limites sont 0,017 et 0,037, moyenne 0,027. Enfin, le déplacement est le plus

	Longueur du corps.	REPOS (Ailes le long du dos ou croisées, élytres clos.)		VOL (Élytres ouverts, ailes ouvertes et étalées.)		Déplacement du centre de gravité.	
		DISTANCE du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen.	POSITION RELATIVE DU CENTRE DE GRAVITÉ	DISTANCE du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen.	POSITION RELATIVE DU CENTRE DE GRAVITÉ	Absolu	Relatif.
	Millimètres	Millimètres		Millimètres		Mill:m.	
Feronia cuprea . . .	12,5	5,6	Bord antérieur des hanches de la 3me paire.	6,0	Bord postérieur du métathorax.	0,4	0,032
Colymbetes notatus	13,0	7,0	Milieu des hanches de la 3me paire.	7,6	Milieu du 1er anneau abdominal (côté tergal).	0,6	0,046
Agabus bipustulatus	10,5	5,0	Articulation des hanches et des trochanters de la 3e paire	5,6	Milieu du 1er anneau abdominal (côté tergal).	0,6	0,056
Acilius sulcatus . . . (femelle)	17,0	8,0	Bord postérieur des hanches de la 3me paire.	9,0	Milieu du 2me anneau abdominal (côté tergal).	1,0	0,059
Dytiscus dimidiatus (femelle)	33,5	17,3	Milieu des hanches de la 3me paire.	18,8	2mm du bord antérieur des hanches de la 3me paire.	1,5	0,045
Dytiscus marginalis (mâle)	35,5	15,3	Tiers postérieur des hanches de la 3me paire.	17,0	Milieu des hanches de la 3me paire.	1,7	0,048
Hydrophilus piceus (femelle)	42,5	20,5	Extrémités externes des hanches de la 3me paire.	21,7	Bord postérieur du 1er anneau abdominal (côté tergal).	1.2	0,028
Hydrous caraboïdes	17,0	7,8	Milieu du métathorax (face ventrale).	8,6	Milieu du 2me anneau abdominal (côté tergal).	0,8	0,047

	Longueur du corps.	REPOS (Ailes le long du dos ou croisées, élytres clos).		VOL (Élytres ouverts, ailes ouvertes et étalées.)		Déplacement du centre de gravité.	
		DISTANCE du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen.	POSITION RELATIVE DU CENTRE DE GRAVITÉ	DISTANCE du centre de gravité à l'ext émité de l'abdomen.	POSITION RELATIVE DU CENTRE DE GRAVITÉ	Absolu	Relatif.
	Millimètres	Millimètres		Millimètres		Millim.	
Anomala Frischii..	15,0	7,7	Articulations des hanches de la 3me paire avec le métathorax.	8,2	0mm,5 en avant de la position précédente.	0,5	0,033
Melolontha vulgaris (mâle)	27,5	13,5	Bord postérieur du 1er anneau abdominal (côté ventral).	14,6	Milieu du 1er anneau abdominal (côté ventral).	1,1	0,040
Melolontha vulgaris (femelle)	28,0	12,5	Bord postérieur du 1er anneau abdominal.	14,0	Trochanters de la 3me paire.	1,5	0,053
Oryctes nasicornis. (mâle)	30,6	12,3	Deuxième anneau abdominal (côté tergal).	13,0	0mm,7 en avant des hanches de la 3me paire.	0,7	0,023
Lacon murinus ...	13,0	6,5	Milieu du métathorax.	7,0	Bord antérieur du métathorax.	0,5	0,038
Telephorus lividus. (femelle)	13,0	6,5	Trochanters de la 3me paire.	7,0	0mm,5 en avant de la position précédente.	0,5	0,038
Notonecta glauca..	15,5	7,5	Trochanters de la 3me paire.	8,0	Pointe de l'écusson.	0,5	0,032
Locusta viridissima (mâle)	37,0	17,0	3mm en arrière des trochanters de la 3me paire.	19,0	Bord antérieur du 3me anneau abdominal.	2,0	0,054
Bombus terrestris.	17,0	8,2	Sillon entre le thorax et l'abdomen (pédoncule).	9,0	Entre les trochanters des 2me et 3me paires.	0,8	0,047

	Longueur du corps.	REPOS (Ailes le long du dos ou croisées, élytres clos.)		VOL (Elytres ouverts, ailes ouvertes et étalées.)		Déplacement du centre de gravité.	
		DISTANCE du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen.	POSITION RELATIVE DU CENTRE DE GRAVITÉ	DISTANCE du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen.	POSITION RELATIVE DU CENTRE DE GRAVITÉ	Absolu	Relatif
	Millimètres	Millimètres		Millimètres		Millim.	
Bombus muscorum (femelle)	14,6	6,0	Pédoncule unissant l'abdomen au thorax.	6,5	Bord postérieur du métathorax.	0,5	0,034
Vespa vulgaris....	13,0	7,3	Trochanters de la 2e paire.	7,6	Trochanters de la 2me paire.	0,3	0,023
Sphex sabulosa . .	19,0	13,0	Extrémités externes des hanches de la 3me paire.	13,3	Hanches de la 3me paire.	0,3	0,016
Macroglossa stellatarum	24,0	13,5	Premier anneau abdominal.	14,0	Bord antérieur du 1er anneau abdominal.	0,5	0,021
Liparis dispar .... (femelle)	18,0	8,5	Deuxième anneau abdominal.	9,0	Deuxième anneau abdominal.	0,5	0,028
Notodonta dictæa . (mâle)	21,0	12,5	Bord postérieur du 1er anneau abdominal.	13,0	Milieu du 1er anneau abdominal.	0,5	0,024
Plusia gamma	20,0	9,0	Hanches de la 2me paire.	9,5	Hanches de la 2me paire.	0,5	0,025
Phryganea grandis	19,2	9,0	Milieu du 1er anneau abdominal (face ventrale).	10,5	Milieu du métathorax.	1,5	0,078
Eristalis tenax	16,0	8,7	Extrémité externe des hanches de la 3me paire.	9,3	Entre les hanches des 2me et 3me paires.	0,6	0,037
Sarcophaga carnaria	12,0	6,6	Entre les trochanters des 2me et 3me paires.	6,8	Trochanters de la 2me paire.	0,2	0,017
Calliphora vomitoria	11,5	5,0	Trochanters de la 2me paire.	5,3	Trochanters de la 2me paire.	0,3	0,026

faible dans le groupe des Lépidoptères, compris entre 0,028 et 0,021, il est en moyenne 0,024.

Les autres subdivisions entomologiques n'étant représentées que par des espèces uniques, nous n'en tirerons pas de conclusion générale ; je signalerai seulement la *Phryganea grandis* comme ayant offert le plus grand de tous les déplacements : 0,078.

On comprend que, vu les difficultés inhérentes au genre d'expériences dont je donne ici les résultats, ces nombres ne peuvent être regardés que comme approchés. Néanmoins nous avons déjà pu en déduire deux faits généraux énoncés plus haut qui nous permettent de nous faire une idée des déplacements du centre de gravité pendant le vol proprement dit.

En effet, M. Marey a démontré expérimentalement, dans ses importantes recherches sur le vol des insectes [1], que, pendant le vol, la pointe de l'aile décrit une courbe fermée en forme de chiffre 8, résultant de ce qu'en s'abaissant, l'aile se porte un peu en avant et qu'en se relevant elle se porte en arrière. Or, puisque les grands mouvements que j'imprimais aux ailes des insectes en les amenant de la position du repos à la position du vol déplacent le centre de gravité, nous pouvons admettre, avec certitude, que les petits mouvements d'arrière en avant et vice versâ que l'aile exécute, pendant le vol réel, doivent déterminer dans le corps de l'animal des oscillations continuelles du centre de gravité autour d'une position moyenne qui est celle qui répond aux instants où les extrémités des ailes se trouvent au point de croisement de la courbe en huit.

[1] Mémoire sur le vol des insectes et des oiseaux (Annales des Sciences natur., 5me série, tome XII, p. 61 et 69, 1869.

On a dit et répété que les élytres des Coléoptères ne sont pas des organes *actifs* du vol [1]. Je ne reviendrai pas sur les observations et les expériences curieuses que l'on a citées à ce sujet; mais je ferai remarquer que, chez les espèces où les élytres se soulèvent et s'écartent, elles ont pour fonction, concurremment avec les ailes, de changer la situation du centre de gravité et de l'amener dans la position nécessaire à l'équilibre de l'insecte pendant le vol. Elles jouent donc un *rôle d'équilibration*, ainsi que l'avait déjà supposé M. P. Bert [2].

Si on calcule la moyenne des déplacements du centre de gravité, d'une part pour les quatorze Coléoptères que nous avons essayés et, d'autre part, pour les onze insectes à quatre ailes membraneuses, on trouve :

Moyenne pour les Coléoptères.....	0,042
Moyenne pour les insectes à 4 ailes membraneuses.	0,035

Les Coléoptères l'emportent donc un peu; mais on ne saurait se défendre, à priori, d'un certain étonnement en voyant que leurs élytres ne produisent guère plus d'effet que la paire antérieure d'ailes membraneuses des autres insectes; car, malgré leur longueur moindre, les élytres semblent devoir être plus lourds. Ce fait ne pouvait s'expliquer que si le poids de ces étuis ne surpasse, en réalité, que très-faiblement celui d'une paire d'ailes proprement dites. L'expérience vérifie cette hypothèse, car :

		et une seule paire
Quatre élytres d'*Oryctes nasicornis* (mâles) pèsent	0gr,106	0gr,053
Quatre ailes prises aux mêmes insectes.	0gr,072	0gr,036
La différence n'est donc que	0gr,034	0gr,017

[1] Strauss-Durckheim, Considérations, etc., op. cit., page 115. — Maurice Girard, Note sur diverses expériences relatives à la fonction des ailes chez les insectes (Annales de la Société entomol. de France, 4me série, tome II, page 157, 1862).

[2] Notes diverses sur la locomotion, etc., op. cit., page 33.

§ X.

Situation et déplacements du centre de gravité pendant la natation.

Si l'on détermine expérimentalement la situation du centre de gravité chez les Coléoptères et Hémiptères aquatiques, on trouve que ce point est placé, à très-peu près, au milieu de la longueur du corps, comme chez la plupart des autres insectes. C'est ce qu'on peut constater dans le tableau suivant. Pour rendre les résultats comparables, l'attitude des animaux essayés était celle qui, dans la natation, précède l'impulsion en avant, c'est-à-dire que les pattes postérieures étaient écartées à droite et à gauche.

	Longueur du corps	Distance du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen	Rapport donnant la situation absolue du centre de gravité
	Millimètres	Millimètres	
Dytiscus dimidiatus (femelle)	33.5	18,0	0,53
Dytiscus marginalis mâle)	35,5	16,5	0,46
Acilius sulcatus (femelle)	17,0	8,3	0,49
Agapus bipustulatus	10,5	5,2	0,49
Hydrophilus piceus (femelle)	43,0	21,0	0,49
Notonecta glauca	15,5	7,5	0,48
Corixa striata	8,0	4,5	0,50

Chez l'insecte nageur, le centre de gravité est au milieu de la longueur du corps; mais il n'en est pas ainsi du centre de poussée. Ce dernier point est placé un peu plus près de l'extrémité anale; situation qui tient à ce que l'abdomen, en grande partie plein d'air, occupe, à égalité de poids, un volume plus considérable que la partie du corps antérieure au centre de gravité. Le corps du

coléoptère aquatique se tient donc obliquement dans l'eau, la tête plus basse que l'extrémité postérieure; particularité dont on s'assure facilement en observant un dytisque qui s'élève lentement au sein de l'eau, sans le secours des rames et en vertu de la simple différence entre son poids spécifique et celui du liquide.

Strauss fait remarquer que chez les Coléoptères aquatiques, qui sont si bien organisés pour la natation, le centre de gravité doit être rapproché de la face inférieure du corps [1]. J'ai été assez heureux pour pouvoir vérifier cette hypothèse.

Après plusieurs essais infructueux, je n'ai trouvé que l'*Hydrophilus piceus* qu'il fut possible de mettre, sans soutien, dans une position convenable. Une femelle de cette espèce ayant été placée sur le flanc, transversalement au fléau de mon appareil, c'est-à-dire au-dessus et dans le sens du couteau, m'a donné les résultats suivants :

Épaisseur de l'insecte dans la région du centre de gravité . . .	15mm
Distance du centre de gravité à la face inférieure du corps . . .	6mm

La distance du centre de gravité à la face ventrale est donc, chez cette espèce, plus petite que la distance du même point à la face dorsale de 3 millimètres.

On sait que la natation des insectes aquatiques s'opère surtout à l'aide des pattes ou rames de la troisième paire, que ces animaux écartent fortement à droite et à gauche, puis qu'ils reportent brusquement en arrière pour produire l'impulsion qui doit lancer le corps en avant. Comme les membres postérieurs sont ordinairement assez volumineux, on pouvait espérer que les déplacements du centre de gravité déterminés par leurs mouvements se-

[1] Considérations, etc., op. cit., page 196.

raient appréciables. J'ai donc effectué, pour la natation, des expériences analogues à celles qui concernent le vol; avant d'en donner les résultats, je ferai observer qu'il est fort difficile de maintenir les pattes natatoires dans une position autre que celles qu'elles affectaient lors de la mort de l'insecte; il en est résulté qu'il m'a été impossible de leur donner le même écart ou de les ramener en arrière au même état de parallélisme chez les six espèces que j'ai essayées. Aussi ne peut-on déduire du tableau ci-joint que ces deux faits généraux :

1° Lorsque les pattes de la 3me paire, primitivement écartées, se portent en arrière, le centre de gravité se déplace vers l'extrémité postérieure du corps.

2° Ce déplacement du centre de gravité est toujours très-faible.

(*Voir le tablean ci-contre.*)

Le centre de gravité se portant en arrière lorsque les rames postérieures sont rapprochées et se portant en avant lorsque ces mêmes rames s'écartent, on voit qu'il oscille autour d'un point moyen qui doit répondre à la situation des pattes natatoires lorsqu'elles sont à la moitié de leur course. Il devient donc évident que le corps même de l'insecte qui nage balance constamment autour d'un axe transversal passant par le centre de gravité moyen, et que, si l'on pouvait ralentir suffisamment sa vitesse, on lui verrait parcourir non un chemin en ligne droite, mais une ligne légèrement ondulée.

§ XI

Conclusions.

Le lecteur me saura gré, je l'espère, de terminer cet

	Longueur du corps.	AVANT L'IMPULSION (Pattes postérieures écartées.)		PENDANT LA PROGRESSION (Pattes postérieures dirigées en arrière.)		Déplacement du centre de gravité.	
		DISTANCE du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen.	POSITION RELATIVE DU CENTRE DE GRAVITÉ	DISTANCE du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen.	POSITION RELATIVE DU CENTRE DE GRAVITÉ	Absolu	Relatif.
	Millimètres	Millimètres		Millimètres		Millim.	
Dytiscus dimidiatus (femelle)	33,5	18,0	Milieu de la portion la plus large de la crête du poststernum.	17,3	Milieu des hanches de la 3e paire.	0,7	0,020
Dytiscus marginalis (mâle)	35,5	16,5	Milieu des hanches de la 3me paire.	15,3	Tiers postérieur des hanches de la 3e paire	1,2	0,034
Acilius sulcatus... (femelle)	17,0	8,3	Milieu des hanches de la 3me paire.	8,0	Bord postérieur des hanches de la 3e paire.	0,3	0,017
Agabus bipustulatus	10,5	5,2	0mm.2 en avant de l'extrémité antérieure des hanches de la 3me paire.	5,0	Extrémité externe des hanches de la 3e paire.	0,2	0,019
Notonecta glauca...	15,5	7,5	Trochanters de la 3me paire.	7,0	Sous la pointe de l'écusson.	0,5	0,032
Corixa striata.....	8,0	4,5	Trochanters de la 3me paire.	4,0	Extrémité externe des hanches de la 3e paire.	0,5	0,062

essai par le résumé des conclusions que j'ai cru pouvoir deduire de mes expériences.

1° Le centre de gravité d'un insecte est situé dans le plan vertical médian qui passe par l'axe longitudinal du corps.

2° Le centre de gravité occupe une position à très-peu près identique chez les insectes de même espèce et de même sexe dans la même attitude.

3° Il est rare que fa forme extérieure du corps permette de déterminer, sans expérience, la position relative du centre de gravité [1].

4° *Sexes.* Le centre de gravité n'occupe pas la même position chez les deux sexes d'une même espèce; il est tantôt plus tantôt moins reculé chez les femelles que chez les mâles, et sa situation dépend des rapports existant entre les diverses dimensions des individus.

5° *Métamorphoses.* Lors de la métamorphose de la larve en insecte parfait, le centre de gravité relatif se rapproche de la tête, le centre de gravité absolu s'en éloigne au contraire.

6° *Station.* Pendant la station, le centre de gravité est placé à la base de l'abdomen ou dans la partie postérieure du thorax et ordinairement au milieu de la longueur du corps.

7° *Marche.* Pendant la marche d'un insecte, son centre de gravité se déplace constamment autour d'une position moyenne, mais de quantités trop faibles pour pouvoir être mesurées.

[1] La position relative du centre de gravité (c'est-à-dire par rapport aux zoonites) ne saurait se déduire de la forme du corps. La position absolue est, ainsi que je l'ai démontré (§ VIII), intimement liée à cette forme; mais comme on ne peut la trouver que par l'expérience, on voit qu'il est impossible de se passer d'un instrument.

8° *Vol.* Chez les insectes dont les ailes sont placées, au repos, soit dans la situation qu'elles auront pendant le vol, soit dans un plan vertical, de sorte qu'ils se bornent à les rabattre à droite et à gauche, on ne constate pas de déplacement du centre de gravité, ou l'on ne constate qu'un déplacement à peu près nul, lorsque ces animaux passent du repos à l'attitude du vol.

9° Chez les insectes dont les ailes sont couchées ou croisées, sur ou le long du dos, à l'état de repos, le changement de position de ces ailes, pour passer à l'état actif ou du vol, amène toujours un déplacement du centre de gravité, horizontal et d'arrière en avant.

10° Pendant le vol actif, le centre de gravité oscille continuellement autour d'une position moyenne qui répond aux instants où les extrémités des ailes se trouvent au point de croisement de la courbe en huit qu'elles décrivent dans l'air.

11° *Natation.* Chez les insectes aquatiques, le centre de gravité est plus voisin de la face inférieure du corps que de la face supérieure.

12° Les mouvements des pattes postérieures en forme de rames déterminent des oscillations du centre de gravité autour d'une position moyenne qui répond à la situation des pattes natatoires placées au milieu de leur course. Ces oscillations du centre de gravité amènent un balancement continuel du corps autour d'un axe transversal passant par le centre de gravité moyen, et lui font, par conséquent, parcourir un chemin légèrement ondulé.

NOTE

SUR LA

TEMPÉRATURE DU MOIS DE DÉCEMBRE 1871

PAR

E. PLANTAMOUR

La température du mois de décembre 1871 a été exceptionnellement rigoureuse à Genève, car l'on trouve pour la moyenne du mois —4°,51, tandis que les 45 années antérieures, de 1826 à 1870, font ressortir la température normale de ce mois à +0°,93. Voici pendant cette période de 45 ans les valeurs extrêmes obtenues pour la température du même mois :

MOIS DE DÉCEMBRE			
très-froid		très-chaud	
1871	—4°,51	1852	+3°,29
1851	—3°,44	1845	+3°,72
1829	—3°,24	1827	+4°,62
1855	—2°,83	1839	+5°,17
1840	—2°.70	1833	+5°,81
1870	—2°,04	1868	+6°,98

La moyenne des 6 premières valeurs est —3°,13 ; celle des 6 dernières +4°,93, donc la moyenne des six mois de décembre les plus froids, et des six mois de décembre les plus chauds, est +0°,90, c'est-à-dire presque exactement le même chiffre que la moyenne générale des 45 années. L'on peut ainsi s'attendre à voir

revenir, après un intervalle de 7 à 8 ans environ, un mois de décembre très-froid, de 3 à 5° environ au-dessous de la moyenne, ou bien à des intervalles de 7 à 8 ans également, des mois de décembre très-chauds, de 3 à 5° au-dessus de la moyenne. Ce retour d'un mois très-froid ou d'un mois très-chaud, au bout d'un intervalle moyen de 7 à 8 ans, n'implique en aucune façon l'égalité des intervalles entre eux, comme on peut le voir par le tableau ci-dessus.

Les valeurs extrêmes obtenues dans le laps de 45 ans sont ainsi —4°,51 en 1871, soit un écart en moins de 5°,44, et +6°,98 en 1868, soit un écart en plus de 6°,05. La différence entre les deux extrêmes est donc de 11 $^1/_2$ degrés; les variations accidentelles peuvent ainsi amener à la même époque de l'année, et pour toute la durée du mois, une aussi grande différence dans la température que celle, que le changement de saison amène du milieu de janvier au commencement de mai.

Le thermomètre n'a pas atteint un degré très-bas dans ce mois de décembre 1871, le minimum absolu du mois étant de —14°,7 observé le 8; c'est plutôt à la persistance non interrompue du froid, qu'à un abaissement exceptionnel dans les chiffres indiqués par le thermomètre, que doit être attribuée la température très-basse du mois. Il est très-fréquent de trouver au mois de décembre une série de jours aussi froids, et même plus froids, qu'en 1871, ainsi que cela a eu lieu l'année précédente en 1870, du 1er au 10 et du 21 au 31; mais à ces jours froids succède ordinairement une période de jours chauds qui amène une compensation. Dans l'année 1871, il n'y a pas eu de radoucissement sensible de la

température dans tout le cours du mois; deux jours seulement, le 20 et le 21 présentent une température moyenne des 24 heures au-dessus de 0, et supérieure à la température normale de l'époque correspondante de l'année. Le chiffre de la moyenne des 24 heures est respectivement de +0°,88 et de +1°,52 pour ces deux jours, le maximum absolu du mois +8°,8 ayant eu lieu le 20. Les deux jours les plus froids ont été le 8 et le 9, auxquels correspondent les valeurs de —9°,84 et de —9°,70 pour la moyenne des 24 heures.

Il n'y a pas eu un seul jour dans tout le mois où la température ne se soit abaissée au-dessous de 0, le minimum est négatif pour les 31 jours; il y a eu 7 jours seulement, où la température s'est élevée au-dessus de 0 dans le courant de la journée, le maximum est négatif pour 24 jours. Au contraire, en 1868, le minimum avait été négatif pour 4 jours du mois seulement, et on ne trouve pas un seul jour, où la température ait été au-dessous de 0 pendant les 24 heures.

QUELQUES MOTS DE RÉPONSE

A M. LE CONTE [1]

AU SUJET

DES IMAGES D'ILLUSION

PAR M. RAOUL PICTET.

S'il est un devoir que chacun doit être satisfait de remplir, c'est certainement celui d'accepter la critique, d'en faire son profit et de remercier ceux qui prennent la peine de travailler une question pour tâcher d'en éclaircir les principes fondamentaux.

Je m'empresse aujourd'hui de témoigner ma reconnaissance à M. Le Conte pour l'intéressante communication qu'il a fait insérer dans les *Archives*, et je suis heureux de voir que la discussion toute bienveillante qui s'est engagée, va rouler spécialement sur une question de termes et de mots, puisque la base même de l'argumentation : l'*expérience* est reconnue de part et d'autre.

N'ayant pu abuser de la place consacrée dans les *Archives* aux Mémoires, j'accepte, sans restriction aucune, la critique sur l'insuffisance des développements que j'ai apportés dans l'analyse de chaque expérience, et je renvoie le lecteur aux Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg où paraît le travail complet actuellement sous presse.

La notice de M. Le Conte comble une partie de ces

[1] L'article de M. Le Conte, qui a paru dans la livraison du mois d'août, ne m'étant parvenu au Caire qu'à la fin de novembre je n'ai pu y répondre plus tôt. R. P.

lacunes et me permettra de toucher immédiatement au nœud du problème.

Étant données les deux théories : *nativistique* et *empiristique*, quel est le moyen de discerner la véritable, celle qui est l'expression de la réalité ?

Deux méthodes seulement sont en présence : l'étude histologique guidée par l'anatomie comparée d'un côté ; les expériences physiologiques et pathologiques de l'autre.

Il faut donc accumuler une série de faits, les grouper, puis déduire de leur ensemble la loi probable ou la loi certaine suivant le résultat de la synthèse.

Cette marche suivie conduira la plupart des observateurs aux mêmes conclusions si l'on a soin de donner à chaque terme et à chaque mot *sa vraie signification*, car je regrette vivement d'avoir involontairement donné lieu à une fausse interprétation de ma pensée en employant quelques expressions nouvelles.

Je vais donc reprendre un à un les faits tirés soit de l'observation directe, soit des expériences physiologiques et faire cesser ainsi toute ambignïté.

1° Organisation anatomique.

Trois considérations importantes découlent de la structure anatomique de l'organe de la vue considéré chez les vertébrés en général.

Au fur et à mesure que les yeux prennent une position moins latérale, qui permet aux champs visuels d'avoir des parties communes, le chiasma ou connexion des nerfs optiques, se développe et prend plus d'importance ; il passe par tous les degrés, depuis le simple contact des deux nerfs jusqu'à leur entre-croisement le plus intime ; l'entre-croisement des fibres nerveuses est un *fait parfaitement constaté* chez l'homme.

On peut donc affirmer que la disposition anatomique se modifie de plus en plus à mesure que la vision binoculaire est rendue possible par l'orientation des yeux.

M. Hæring, dans un travail consciencieux, a prouvé que les systèmes musculaires des deux yeux ont des centres d'innervation communs, et que l'enfant naissant aveugle, n'ayant par conséquent jamais vu, n'ayant aucune habitude individuelle, ne possédant que de l'instinct, c'est-à-dire de la mémoire et de l'habitude héréditaire, tourne ses yeux symétriquement de la même manière qu'un enfant nouveau-né bien conformé. Il obéit donc à des conditions congénitales.

Cela s'applique à tous les hommes, et pour arriver à modifier d'une manière un peu sensible cette disposition organique, il faut faire un exercice considérable analogue à tous les travaux de gymnastique.

Enfin les cas pathologiques nous montrent également le rapport intime et organique qui existe entre les deux yeux : je citerai, comme exemples, les maladies sympathiques qui passent d'un organe à l'autre sans contagion apparente, le clignement simultané des yeux, etc., etc.

Toutes ces considérations montrent clairement que les deux yeux ont entre eux des rapports organiques incontestables, rapports plus intimes que tous ceux que l'on peut observer dans d'autres organes du corps.

2° Expériences physiologiques.

Dès le plus bas âge on observe, chez les enfants bien conformés, la fusion des images doubles en une seule, durant toute la vie ce phénomène persiste sans changer d'intensité.

Ce fait général constitue ce qu'on appelle la loi des points correspondants.

L'extériorisation des images binoculaires a été parfaitement décrite dans le travail de MM. Hæring et Helmholtz.

L'*œil cyclopéen* des auteurs allemands est exactement l'*œil binoculaire* de M. Le Conte, seulement je constate que cet œil est au moins aussi fictif que les images d'illusion ; c'est une manière commode d'exprimer la loi des phénomènes observés, c'est une règle de géométrie à suivre pour se rendre compte des impressions que l'on éprouve dans telle ou telle circonstance ; nous verrons même que cet œil binoculaire peut être mis en défaut et qu'il peut voir un écran transparent en totalité lors même qu'une grande partie du champ visuel lui est totalement cachée.

Tout ce qui a rapport aux images doubles alternées et homologues, au relief, etc., etc., est suffisamment connu pour qu'il soit inutile de le mentionner de nouveau ici.

Il ne peut se présenter à cet égard aucune divergence d'opinion ; les belles recherches que M. Le Conte a faites avec la collaboration de son frère M. J. Le Conte, sur l'impression du relief perçu à la faveur de l'étincelle électrique ont élucidé ce dernier point d'une manière décisive et péremptoire.

Enfin la question de la transparence de toutes les images doubles suivant les exposés précédents, n'étant pas contestée, nous allons établir à nouveau la signification des expressions employées en comparant chez l'homme deux organes différents : les deux mains et les deux yeux.

Nous montrerons également par quelques expériences que l'explication de la transparence des images doubles donnée par M. Le Conte ne peut pas se soutenir devant

les expériences nombreuses qu'il est facile de répéter pour peu qu'on soit habitué à ces sortes de recherches.

Les points correspondants sont-ils oui ou non liés anatomiquement; en d'autres termes, est-ce que le sensorium reçoit les deux impressions lumineuses venant de deux points correspondants, de la même manière qu'il reçoit deux impressions tactiles produites dans les deux mains par deux pièces de monnaie identiques et identiquement placées? Il n'y aurait aucune différence à établir entre ces deux cas, sinon une rapidité plus grande dans l'interprétation des sensations visuelles à cause de la grande fréquence de leur manifestation.

Nous allons supposer que les deux yeux ne soient point liés anatomiquement, que les deux fibres émanant de deux points correspondants n'aient pas plus de connexion entre elles que les fibres nerveuses qui s'épanouissent dans les deux paumes des mains; il va sans dire qu'à part leur modalité les impressions dans ces deux organes seront très-comparables, et que nous pouvons assimiler les deux mains aux deux yeux.

Supposons qu'un manœuvre fasse tourner une manivelle avec les deux mains pendant plusieurs heures par jour; certes au bout de quelques mois ou de quelques années, ses deux mains auront pu prendre une très-grande habitude et associer ensemble deux impressions parfaitement semblables, provenant de la même manivelle.

Si nous coupons cette manivelle par le milieu, il n'y aura plus place que pour une seule main, mais la sensation que cette main éprouvera ne donnera nullement au manœuvre l'illusion qu'il ait l'autre partie de la manivelle dans l'autre main, il sait très-bien qu'une *des deux impressions manque, qu'elle fait défaut.* L'usage, quel-

que prolongé qu'il soit, sera toujours incapable de donner une pareille illusion.

Tout le monde connaît la sensation de fourmillement particulière que l'on éprouve dans la main quand, après une compression momentanée du bras, on lui rend ses mouvements.

Supposons un instant que l'on pût provoquer extérieurement ce fourmillement, en établissant un contact entre la main et une brosse très-fine ou un autre objet quelconque. Dans ce cas, si nous comprimons le bras droit d'un homme en mettant sa main gauche en contact avec le dit instrument, le sujet percevra deux *sensations* identiques dans les deux mains.

Une des *sensations* sera *réelle,* l'autre sensation sera aussi *réelle* mais faussement extériorisée, c'est une impression d'illusion dans la main, puisque la cause de cette impression siége dans le nerf cubital et peut être provoquée sur tout son parcours; elle pourrait l'être jusqu'à l'encéphale s'il était possible d'atteindre le nerf à ce niveau.

Personne ne pense que les éléments nerveux de la main sont ébranlés par cette douleur subjective, comme le sont ceux de l'autre main; l'illusion complète dans laquelle se trouve le sujet en expérience provient de ce qu'il croit avoir ses deux mains dans une situation semblable, et qu'il se persuade pourtant, par l'intermédiaire de ses autres sens, qu'il n'en est rien, et qu'une de ses mains ne reçoit de l'extérieur aucune impression. Voilà l'illusion bien caractérisée, cet exemple rend exactement compte de la signification que je lui ai toujours donnée.

En réalité les systèmes nerveux de nos deux bras n'ont aucune connexion, aussi toute impression perçue

par la main gauche ne donnera aucune espèce de sensation d'illusion dans la main droite ; nous ne pourrons *jamais souder* ensemble deux impressions tactiles et les confondre en les rapportant à la même partie d'un objet ; ce seront toujours deux éléments différents du même corps qui toucheront deux parties différentes de l'organisme, et quand ce corps sera devenu infiniment mince, nous aurons cependant encore l'impression de toucher les deux surfaces du corps dans deux parties distantes l'une de l'autre.

Cette question de physiologie donne pleine raison aux déductions philosophiques de Maine de Biran qui paraissent aujourd'hui être acceptées par tous.

Que devrait-il se passer si, ainsi que la théorie empiristique le désire, il n'y avait *aucune* connexion organique entre les deux yeux ?

Des phénomènes semblables à ceux que nous venons de citer ; chaque œil garderait son indépendance d'allure, aurait conscience des impressions visuelles qu'il reçoit et qu'il cherche ; jamais le moindre doute ne se manifesterait relativement à l'œil qui voit et à celui qui ne voit pas un objet lumineux.

Supposons pour les deux yeux une situation analogue à celle que nous avons établie pour le sens du tact, afin de montrer l'accord qui existe entre la théorie nativistique et les faits.

Je place un observateur immobile dans une chambre parfaitement obscure, de telle sorte qu'il ne puisse se renseigner sur rien de ce qui l'entoure, il n'aura ainsi à analyser que les sensations lumineuses que je lui présenterai.

Lui faisant ouvrir les deux yeux, je mets dans le fond

de la chambre un point lumineux, suffisamment éclairant pour être parfaitement visible, mais ne projetant cependant aucune clarté sur les objets environnants.

L'observateur dirige ses deux axes optiques sur le point de mire et en reçoit *deux* impressions lumineuses qui se transforment en *une* seule sensation; les auteurs qui sont pour la théorie empiristique comparent cette sensation unique à l'impression de la manivelle tenue par les deux mains du manœuvre.

Jusque-là on ne peut rien alléguer de contraire à cette manière de voir; mais qu'on introduise un petit écran noir entre l'œil droit ou l'œil gauche de l'observateur et le point lumineux, il sera *incapable* de déterminer quel est l'œil actif et quel est celui qui ne voit rien. C'est un fait qui paraît difficile à croire mais qui n'est pourtant que l'expression exacte de la réalité. J'ai répété à plusieurs reprises ces expériences sur moi-même et sur d'autres et elles m'ont entièrement convaincu.

Tous les observateurs qui ont fait ces recherches en se mettant en garde contre des erreurs involontaires sont arrivés au même résultat.

C'est comme si le manœuvre quittant d'une main sa manivelle était incapable de dire avec laquelle il travaille encore, c'est même plus : c'est comme s'il affirmait qu'il travaille encore avec les deux bras, mais cependant avec moins d'énergie.

Comment expliquer ce phénomène ?

La théorie empiristique pure ne peut pas donner la solution cherchée.

Revenons au cas dans lequel un homme éprouve un fourmillement directement provoqué sur la main gauche par exemple, pendant qu'on lui comprime le nerf cubital

droit; mettons cet homme dans l'immobilité la plus complète et dans l'obscurité, il ne sera renseigné que par les impressions tactiles; si à ce moment on lui demande à quelle main est placé l'instrument qui provoque le fourmillement, il lui sera impossible de répondre d'une manière précise.

Il aura pourtant sur une main une impression vraie et sur l'autre une impression fictive, une impression d'illusion.

Par le fait de la compression du nerf cubital sur un point de son parcours, le sensorium éprouvera une sensation qui revêt la forme de la réalité elle-même : observant exactement les mêmes phénomènes des deux côtés, il les interprétera de la même manière.

Nous savons que l'irritation du nerf cubital produit cette impression localisée dans la main, n'importe le lieu où le nerf est comprimé; si par une disposition anatomique quelconque l'impression directe reçue par la main gauche pouvait irriter la racine rachidienne du nerf cubital droit, nous obtiendrions dans tous les cas possibles le même résultat que nous signalions précédemment.

En effet, le fourmillement provoqué artificiellement sur la main gauche réagirait sur l'encéphale et provoquerait une sensation identique dans la main droite, ce qui ferait croire à l'observateur que chacune de ses mains éprouve une impression réelle et physique.

Or c'est précisément ce genre d'illusion qui se produit dans le cas précité pour la vision binoculaire; l'observateur ne peut en aucune façon distinguer l'*image réelle* de l'*image d'illusion* puisqu'il ne les analyse que par leurs caractères optiques et que sous ce point de vue elles sont parfaitement identiques. S'il est une chose certaine, c'est

qu'un des yeux ne voit rien; il n'est pas moins évident que l'observateur *croit voir*. Appelons donc *image d'illusion* l'expression de ce phénomène tout subjectif, de cette extériorisation purement mentale, mais qui révèle la structure anatomique de l'organe visuel.

Il est nécessaire aussi d'employer dans les expériences des moyens auxiliaires qui permettent d'éclaircir un à un les différents phénomènes de la vision. L'emploi des écrans dans les expériences décrites, n'est nullement nécessaire pour les observateurs rompus à l'exercice des muscles des yeux comme l'est M. Le Conte; mais il est presque indispensable de définir nettement les conditions d'observation pour ceux qui ne sont pas familliarisés avec ce genre d'études.

Je rappelle rapidement les quelques expériences qui établissent la transparence illusoire et qui sont décrites dans les deux articles précédents; elles prouveront l'inexactitude de l'explication qu'en a donnée M. Le Conte[1].

Voici la plus simple : On regarde la paroi de la chambre et l'on place l'index devant les yeux, tous deux ouverts; on distingue dans cette situation deux images *transparentes* du doigt ainsi que l'a également observé M. Le Conte.

Notre explication trop brève, il est vrai, est contenue dans le premier article, nous n'y reviendrons pas; mais nous croyons pouvoir démontrer que celle de M. Le Conte, qui paraît être d'une grande simplicité, a le tort de n'être pas exacte.

Voici ce que dit M. Le Conte[2] : « Nous croyons que la raison pour laquelle la transparence des images dou-

[1] *Archives des Sciences phys. et natur.*, février et août 1871.

[2] Voyez *Archives*, tome XLI, pages 403-404.

bles a été si peu étudiée par les divers auteurs tient précisément à la facilité avec laquelle elle se conçoit. Voici notre explication : Nous voyons *toutes* les parties de la paroi parce qu'*aucune* partie n'est cachée à nos *deux* yeux. Les images doivent paraître transparentes puisqu'elles ne cachent rien à l'*observateur*;... nous disons qu'une partie de la paroi *est* cachée à l'œil droit (celle sur laquelle tombe l'image de l'œil droit), mais que cette partie est visible à l'œil gauche; semblablement une partie de la paroi *est* cachée à l'œil gauche, mais cette partie est visible à l'œil droit; . . . . nous disons que toutes les parties de la paroi sont vues, non par chaque œil, mais par l'*observateur binoculaire*; ce n'est pas que certaines parties soient vues comme *images vraies*, et certaines autres comme *images d'illusion*; mais toutes sont vues comme *images vraies*.

« Si au lieu d'un doigt nous nous servons d'un écran large de plusieurs pouces (plus large que l'espace interoculaire) les images doubles ne se sépareront pas alors entièrement. Elles se recouvriront hétéronymiquement sur un espace égal à l'espace interoculaire. La partie commune sera opaque parce qu'elle couvre une portion de la paroi qui est cachée aux deux yeux; le reste sera transparent. »

Nous regrettons de ne pouvoir absolument pas accepter cette explication si simple en apparence, mais elle est évidemment erronée, et cela pour plusieurs raisons.

1° Un écran opaque, large de plusieurs pouces, *cachant physiquement aux deux yeux* une notable partie de la paroi, devrait *forcément* être vu opaque en tout ou en partie par l'œil binoculaire de M. Le Conte; il est facile cependant de montrer par l'expérience que cet écran

peut être vu transparent en entier et semble ne cacher aucune partie de la paroi du fond de la chambre.

Nous touchons ici du doigt l'*illusion*.

2° D'après l'explication de M. Le Conte, la partie de la paroi qui est cachée pour l'œil droit par l'interposition du doigt est celle qui, affectant l'œil gauche d'une image réelle, provoque l'illusion de transparence; il est également aisé de prouver que toute autre partie de la paroi peut être utilisée dans ce but, et que le cas précité est exceptionnel, n'étant qu'un cas particulier du cas général.

Ne pouvant pas allonger outre mesure cette discussion, nous montrerons seulement comment l'écran plus large que l'écartement interoculaire peut paraître transparent en entier. Il suffit pour cela de parvenir à faire volontairement diverger les axes optiques.

Si en tenant l'écran d'une main entre la paroi et les yeux on fait diverger de plus en plus les axes optiques, l'écran paraîtra *transparent dans son entier* au moment où les deux axes optiques arriveront à être tangeants aux deux bords opposés de l'écran. L'illusion de transparence dans ce cas est aussi complète que lorsqu'on se sert du doigt, cependant il est facile de se convaincre qu'une partie de la paroi est totalement invisible, absolument cachée à l'un et à l'autre organe. Qu'est devenue dans ce cas l'explication de M. Le Conte ? Comment se fait-il que les images réelles (puisqu'il n'admet que celles-là) éclipsent totalement une lacune évidente dans le champ visuel ?

La discussion géométrique et physiologique de ce cas est contenue au complet dans le Mémoire publié à St.-Pétersbourg. J'en dirai autant de la discussion que M. Le

Conte entreprend des expériences faites avec une pièce de monnaie, en supprimant les écrans ; elle est en tous points conforme à mes propres résultats, sauf une exception que je dois signaler. « Il suppose en effet[1] qu'on se serve de l'image du crayon vue par l'œil gauche pour dessiner l'image de la pièce de monnaie telle que la donne l'œil droit, dans ce cas on trouve qu'on a fait une esquisse à *une demi-distance interoculaire à gauche* de la pièce. » Cette solution, qui est en harmonie avec la théorie de M. Le Conte, est encore en désaccord avec l'expérience *lorsqu'on la varie dans tous les cas possibles.* On trouve, en effet, que suivant les dispositions voulues, l'image que l'on dessine peut se trouver à un quart, une demi, une et même une et demi distance interoculaire. Elle est à volonté, mais correspond toujours à la position des points correspondants.

Du reste, ce qui nous a étonné, c'est de voir M. Le Conte être un chaud partisan de la loi des points correspondants : pour quiconque l'admet, les images d'illusion deviennent nécessaires, puisqu'elles doivent forcément être la conséquence du fait de la fusion de deux impressions en une seule.

Cela nous étonne d'autant plus que M. Le Conte, dans les expériences faites avec la pièce de monnaie, considère l'image tracée à l'instar d'une des images doubles dans la vision binoculaire ordinaire.

« Dans l'expérience faite avec la pièce de monnaie, c'est au contraire une des images doubles qui est regardée comme étant d'illusion. »

Cette regrettable confusion provient de ce que M. Le Conte a opéré sans écran, il n'a pas pu se rendre compte,

[1] Page 410.

en traçant le contour de la pièce, que ce contour, dans chaque cas, provient d'une illusion d'optique due à l'œil droit ; le crayon est vu par l'œil droit, l'image qu'il copie est forcément l'image réelle vue par l'œil gauche mais transmise illusoirement au droit, c'est-à-dire attribuée par le sensorium à l'œil droit. L'écran joue le rôle d'analyseur, de moyen auxiliaire qui permet d'étudier la question sous toutes ses formes.

Il semble, du reste, que M. Le Conte voudrait établir une différence entre l'expérience de la pièce de monnaie et les autres que nous avons décrites. Elles sont en tout points basées sur les mêmes phénomènes.

Quand les axes optiques ne se rencontrent pas au point de mire, *les deux images réelles et physiques* se projettent suivant deux directions et donnent au sensorium l'impression de deux corps ; il va sans dire que les impressions subjectives qui en dépendent sont entièrement identiques à celles qui les produisent, c'est à l'observateur de savoir les distinguer, les reconnaître et les étudier par tous les moyens possibles.

Ces expériences nécessitent, comme on voit, la plus minutieuse attention, car l'erreur est malheureusement trop facile en matière d'observation.

Nous terminerons enfin cette discussion par l'exposé de deux expériences qui prouvent la *vérité de l'illusion* si tant est que les précédentes ne suffisent pas.

Fermant l'œil droit, regardez fixement avec le gauche un point lumineux, une flamme de lampe, par exemple, durant une minute environ, puis, ouvrant l'œil droit et fermant le gauche, promenez le regard sur la paroi de la chambre, vous verrez distinctement se manifester les phénomènes des images consécutives, absolument comme

si c'était l'œil droit qui avait été ouvert et en contact avec les rayons lumineux.

L'observateur le plus attentif ne peut surprendre aucune espèce de différence appréciable, et il projette ces images vivement colorées sur tous les objets qui l'entourent, il a l'œil droit ébloui !

Est-ce, ou n'est-ce pas une illusion ? l'œil droit a pu être ébloui par l'œil gauche, il peut voir la succession des couleurs complémentaires se projeter par sa rétine et cependant en fait il n'y a dans les cônes et les batonnets *aucune* excitation physique, aucune vibration quelconque, puisque la paupière était fermée tant qu'a duré le voisinage du corps lumineux ! On sait du reste que dans ce cas les changements de couleurs sont l'effet de la disposition anatomique, que la volonté n'a aucune action sur leur manifestation, et que conséquemment l'habitude n'y joue aucun rôle. Cette expérience, bien facile à répéter, donne un exemple frappant de ce que nous avons constamment appelé *image d'illusion*; cette image d'illusion est identique en tous points à celle de l'œil gauche, mais par ces moyens auxiliaires nous la mettons en évidence, ce que M. Le Conte juge impossible, en disant :

« Il est facile de juger combien, à cause de cette identité parfaite et de cette union inséparable de l'image vraie et de l'image d'illusion, il serait difficile, pour ne pas dire impossible, et partant futile d'essayer de prouver l'existence de ces dernières. »

La deuxième expérience que nous voulons relater pour montrer l'union intime et organique qui existe entre les deux yeux, consiste en une observation que nous avons pu faire cet automne au Caire sur un

Arabe parlant bien le français et attaqué accidentellement d'une amaurose partielle de la rétine droite.

A l'examen ophthalmoscopique on distinguait nettement une tache rétinienne, accident consécutif à une petite hémorragie locale qui fut provoquée cet été par une insolation. Cette tache s'étendait presque jusqu'à la *fovea centralis,* qui était intacte. La tache n'avait pas un contour circulaire, elle était au contraire échancrée, présentant un prolongement filiforme vers le bas. La vision n'était pas complétement éteinte sur la partie attaquée, mais elle était confuse. Le malade se plaignait d'avoir constamment dans le champ visuel un voile dont le contour qu'il dessinait avait exactement la forme renversée de la tache observée; son œil gauche était parfaitement sain et les milieux réfringents tout à fait normaux.

Lorsque le malade avait les deux yeux ouverts, il ne pouvait pas dire quel était l'œil attaqué; mais s'il fermait alternativement les yeux, l'œil sain distinguait clairement l'image des objets. J'ai essayé de faire projeter par l'œil sain la tache de l'autre œil, en lui donnant l'illusion que son œil gauche, parfaitement intact, était aussi malade.

Voici comment l'expérience était disposée.

L'Arabe ayant les deux yeux ouverts; j'ai placé à une faible distance de l'œil droit une petite glace de verre dépoli, qui formait pour l'œil un écran, ne laissant passer qu'une lumière diffuse et très-peu intense.

Dans ces conditions, l'œil gauche voyant les objets du champ visuel, les percevait à peu près aussi nettement que si l'œil droit était fermé.

Mais si, faisant arriver obliquement un rayon de soleil j'éclairais vivement au moyen d'un prisme à réflexion totale, la glace de verre, l'impression visuelle sentie par

l'Arabe se modifiait profondément, et il projetait aussitôt par l'œil gauche la tache rétinienne de l'œil droit; il la voyait se peindre sur le mur avec une grande netteté et assurait que l'impression perçue à ce moment par l'œil gauche ne différait en rien de l'impression que lui fournissait l'œil droit.

Si l'on veut à toute force nier *les illusions* dans la vision binoculaire, on devra admettre dans ce cas que l'œil gauche est malade, et cependant l'examen attentif montre qu'il n'en est rien, et qu'il est parfaitement sain!

L'explication de cette expérience est fort simple par la liaison anatomique des points correspondants, elle réclame même cette liaison comme indispensable.

Quand l'œil droit est fermé, la rétine droite ne perçoit aucune sensation lumineuse, il en est à peu près de même lorsque la glace dépolie est placée à une petite distance devant lui. Le sensorium reçoit donc uniquement les impressions lumineuses de l'œil gauche qui est sain, ce sont des images nettes et claires du champ visuel.

Le sensorium (on l'a démontré) ne sait pas analyser à quel œil appartient une impression lumineuse, dans ce cas, par conséquent, le malade n'a aucune raison de croire sa vue attaquée, il ne le saurait même pas si ces conditions pouvaient ne pas varier.

Mais tout à coup on fait entrer une grande quantité de lumière dans l'œil droit, cette lumière affectant toutes les parties de la rétine, excite violemment celles qui sont saines et fort peu celles qui sont malades; de là résulte pour le sensorium l'impression d'un fond très-éclairé sur lequel se détache un voile obscur. Dans ce cas comme précédemment, il ne peut distinguer à quel œil appartient cette nouvelle impression; il la reportera conséquem-

ment aux deux yeux, de là la projection subjective, fictive, illusoire, de la tache par l'œil gauche, c'est la conséquence forcée et obligatoire de la *doctrine nativistique.*

Nous nous bornerons à ces considérations pour prouver qu'il est parfaitement possible de se rendre compte *des illusions* nombreuses auxquelles donne lieu la vision binoculaire, il suffit simplement de faire naître des conditions telles qu'elles puissent servir de contrôle et de critère certain, relativement à l'interprétation des sensations perçues.

L'objection principale que nous ferons à M. Le Conte sur la manière dont il interprète et explique le relief instantané des objets par la théorie empiristique, consiste, ainsi que nous l'avons déjà dit, dans les conditions physiques nécessaires à cette sensation toute particulière. Il faut que les vibrations physiques existent simultanément sur les deux rétines pour que le relief se produise; une fraction de seconde de différence, entre les impressions lumineuses que l'on fait se succéder artificiellement sur chaque rétine, suffit pour détruire ou faire naître le phénomène, cette fraction correspond à la disposition anatomique de la rétine, et n'a rien à faire avec les actes psychiques qu'invoquent à leur aide tous les partisans de la doctrine empiristique.

M. Le Conte dit [1] : « La seule explication vraie de la perception instantanée du relief est, je crois, celle que j'ai donnée dans mon article sur les phénomènes stéréoscopiques.

« L'observateur sait, *instinctivement et sans en faire l'épreuve* dans tous les cas d'images doubles, *si elles seront unies par une plus grande ou par une plus petite*

[1] Page 421.

convergence, et par conséquent ne se trompe jamais, et ne tente jamais de les réunir par un mauvais déplacement des axes optiques. »

Cette explication entraîne forcément M. Le Conte vers une conclusion qu'il exprime, c'est que l'idée de distance dans les phénomènes de relief, provient de la *tendance* au mouvement des axes pour voir telle ou telle partie de l'objet simple.

Si les axes *tendent* à *converger*, le point de mire nouveau sera plus rapproché, si au contraire ils divergent davantage, le corps sera plus éloigné.

On peut faire une expérience qui combat cette manière de voir, c'est en cherchant à fusionner en une image binoculaire simple deux projections stéréoscopiques que l'on tient dans les mains.

On s'appliquera à examiner dans cette image binoculaire la partie du corps qui se trouve à mi-distance entre le plan antérieur et le plan postérieur, *puis on fera deux mouvements simultanément.*

On écartera d'une manière graduelle les deux projections stéréoscopiques l'une de l'autre et on cherchera à fixer l'attention sur ceux des points du corps vu stéréoscopiquement qui se trouvent le plus près du plan antérieur.

Les axes optiques, si les projections n'avaient pas changé de place, se seraient rapprochés, auraient *convergé*, mais vu ce mouvement effectué simultanément, ils ont dû *diverger*; malgré cela l'impression de relief n'a été aucunement modifiée, et chose curieuse, on remarque que la distance à laquelle le sensorium reporte l'objet vu est à peu près indépendante de l'angle de convergence des axes optiques. Le sensorium interprète donc uniquement

une chose : la *différence* des dessins rétiniens. Cette différence pour être saisie, analysée et enfin interprétée, a besoin d'une *disposition organique* qui serve de compas, qui donne une impression fixe, sur laquelle ne repose aucun doute, ni aucune ambiguïté. Nous ne pouvons pas revenir sur toutes les méthodes qui *graphiquement*, permettent de tracer sur un plan *quatre contours* d'un objet vu lorsqu'il ne se trouve pas à l'intersection des axes optiques, nous renvoyons pour cela au Mémoire indiqué ; mais ces méthodes expérimentales prouvent que *le sensorium dans tous les cas possibles interprète une sensation visuelle quelconque comme si elle provenait des deux yeux.*

La question de fait se trouve établie, *il y a une connexion nerveuse entre les deux yeux.*

Quant à savoir quelle est cette connexion, dans quelle partie du cerveau elle s'établit, quelles sont les fibres qui physiquement s'associent, c'est là le travail de l'anatomiste et du micrographe, travail qui a été franchement abordé par l'école allemande.

J. et C. Wengel ont déjà publié en 1812 une intéressante observation pathologique dans laquelle ces deux physiologistes purent suivre l'atrophie de l'un des nerfs optiques, depuis l'œil malade, jusqu'au côté opposé du cerveau ; ces préparations ont pleinement établi le fait qu'il existe, au moins dans le chiasma, une décussation partielle des nerfs optiques.

Les préparations qui se trouvent à Dublin, dans le Museum de Richmond Surgical School, montrent la dégénérescence du nerf optique correspondant à l'œil malade quand la cause de la maladie attaque un des hémisphères du cerveau, mais témoignent aussi de l'entrecroisement réel des fibres dans le chiasma.

Muller, à la suite de certaines lésions d'un hémisphère cérébral d'un oiseau, a observé une cécité *totale* de l'œil du côté opposé.

Voilà des faits positifs, irrécusables, qui montrent et révèlent une partie au moins de la vérité; la théorie empiristique n'en tient presque pas compte.

Mais pour être complet dans cette question, nous devons mentionner deux cas qui ont été observés par M. le Dr Dor, professeur à la Faculté de médecine de Berne, qui a eu la complaisance de nous les décrire.

Cet oculiste distingué, parmi la foule de cas curieux qu'il a traités, a observé deux cas d'incongruence des rétines qui ont pu être guéris par un traitement méthodique d'une certaine durée; il s'est rencontré sur ce terrain avec M. Javal qui a, lui aussi, à Paris, soigné et guéri des cas analogues.

L'étude pathologique et physiologique de l'incongruence des rétines est de la plus haute importance relativement à la question qui nous occupe, elle jettera probablement un jour nouveau sur la régénération des nerfs par suite de l'exercice continuel de certains organes, plus ou moins atrophiés.

Voici le cas : Une personne se présente chez l'oculiste avec un strabisme bien accusé, mais peu considérable, les deux yeux sont sains, et sont déviés dès la naissance. Cette personne désire qu'on la guérisse de son strabisme, on l'opère; l'opération réussit et les axes optiques sont ramenés à leur position normale; mais dès ce moment la personne est affectée de diplopie. On reconnaît que, quoique strabique, elle jouissait avant l'opération de la vision simple binoculaire. La diplopie est si pénible que dans la plupart des cas on fait une ténotomie en sens inverse

pour ramener le strabisme primitif et la vision simple. Ces habiles oculistes ont essayé et sont parvenus à éviter la seconde opération; les moyens employés sont fort ingénieux, mais ne peuvent être décrits ici. Il arrive un moment, quelques mois, en général, après l'opération où l'opéré a de nouveau la vision binoculaire simple, mais alors l'axe optique nouveau passe par le centre de la fovea de l'œil opéré. Le cas se complique même d'une manière très-curieuse, car l'opéré peut voir un objet binoculairement dans deux positions différentes suivant qu'il se sert de sa première ou de sa seconde fovea.

La grande difficulté qui se présente dans l'étude des cas d'incongruence, c'est la peine qu'on éprouve à se renseigner d'une manière précise sur les sensations visuelles réellement perçues par le patient; d'ordinaire ce sont des enfants qui ne peuvent pas analyser leurs impressions et laissent toujours un certain doute sur la valeur de leurs réponses.

Souvent aussi, malgré tous les efforts et tous les moyens, la diplopie persiste et n'est pas curable, c'est le cas que j'ai pu observer avec M. Dufour, oculiste à Lausanne.

Les observations de MM. Javal et Dor sont cependant si caractérisées que l'on doit nécessairement et indubitablement admettre le fait d'une guérison réelle et complète.

Le résultat est-il, comme le pensent les partisans de la doctrine empiristique, une preuve écrasante contre la théorie nativistique, est-il un mur infranchissable qui supprime tout commentaire; nous pensons au contraire que ce sera un moyen de plus d'arriver à connaître la structure anatomique du système nerveux de la vision.

En effet, supposons que l'on ait guéri un cas d'incon-

gruence des rétines, l'opéré, comme nous le disions précédemment, peut à volonté se servir de sa fovea physiologique et de la fovea centralis, il y a deux endroits dans le champ visuel où le corps sera vu simple binoculairement et conséquemment deux horoptres.

Supposons que l'œil droit ait été opéré et que les deux axes optiques de l'œil droit (le physiologique et l'anatomique) divergent sous un angle de 5 à 10 degrés.

Il sera possible de répéter avec cette personne les expériences décrites de la pièce de monnaie, seulement nous aurons une solution plus complexe ; car l'œil gauche voyant la pièce, apportera au sensorium la sensation, qui sera reportée subjectivement à l'œil droit sous deux directions différentes : ces directions seront les deux axes optiques de l'œil droit.

Le crayon qui trace le contour de cette image fera donc deux dessins se trouvant à une petite distance l'un de l'autre, l'un provenant de l'axe optique physiologique formé avant l'opération, l'autre de l'axe optique anatomique.

Si cette solution ne se présentait pas en pratique on pourrait affirmer d'une manière positive que les prémisses du problème sont inexactes et qu'il n'y a pour la personne en question qu'un œil horoptère, c'est-à-dire une seule combinaison des axes optiques.

Ces cas doivent aussi présenter des phénomènes musculaires très-curieux, car l'œil sain de la personne opérée étant supposé fixe et dirigé sur un objet, l'autre devra faire un brusque mouvement pour passer d'un système de points correspondants à l'autre ; l'angle de rotation du globe de l'œil étant, dans ces conditions, égal à l'angle formé par les deux axes optiques de l'œil opéré, l'axe anatomique et l'axe physiologique.

Sans ce mouvement *nécessaire*, les images physiques ne pourraient absolument pas impressionner les parties de la rétine qui sont en action dans ces deux visions binoculaires. Or M. Hæring a prouvé que les centres nerveux du système moteur des deux yeux sont étroitement liés et que le mouvement d'un de ces organes entraîne forcément une modification équivalente dans l'autre.

Nous concluons de tout ce qui précède que les cas excessivement rares d'incongruence que l'on a pu guérir, ont besoin d'être étudiés à nouveau avec beaucoup de soin par de nombreuses expériences dont le cadre est tout tracé.

M. Javal, dans la relation des guérisons qu'il a obtenues, décrit une foule des procédés dont il s'est servi avec succès, mais nous n'avons rien trouvé qui traite spécialement des déviations brusques et volontaires qui doivent accompagner le changement de vision binoculaire dans l'œil opéré.

Nous regrettons vivement, malgré tous nos efforts, de n'avoir jamais pu rencontrer un cas semblable; aussi laissons-nous cette question en remerciant encore vivement M. le Dr Dor d'avoir bien voulu nous faire part de ses remarquables observations.

Nous avons ainsi passé en revue la plupart des phénomènes de la vision binoculaire, et nulle part nous n'avons trouvé d'antagonisme rationnel entre les faits et la doctrine nativistique; la lenteur avec laquelle les guérisons d'incongruence de rétines se produisent, pouvant aisément justifier d'une modification nerveuse organique correspondante [1].

[1] Voir les travaux de Waller : Observations sur la dégénérescence et la régénérescence des nerfs. Voir également les observations physiologiques et anatomiques dans les cas de rhiroplastie et de boutures organiques.

Il nous semble de plus que ce que nous avons toujours entendu par image d'illusion n'entraîne aucune espèce de confusion dans les lois généralement acceptées, puisque ce mot représente exactement une *sensation* dont l'observateur n'est pas maître de contester l'existence.

Ce coup d'œil d'ensemble montre que si la doctrine empiristique et la doctrine nativistique sont deux théories qui doivent expliquer les faits observés, on doit ajouter le plus de créance à celle dont la synthèse est la plus complète. Or la synthèse de la théorie empiristique conduit forcément à des résultats contraires aux faits. (C'est le cas des strabismes congénitaux non accompagnés d'incongruence de rétine). La théorie nativistique, comme attaque sérieuse, ne rencontre que les cas d'incongruence guéris, et encore l'étude histologique et physiologique de ces conditions anormales est loin d'être terminée et d'avoir prononcé un verdict irréfutable.

De plus en plus, à mesure que la science avance, on se convainc de la concomitance complète des phénomènes organiques et des phénomènes psychiques; les lois générales de l'hérédité constatent que les modifications de la forme sont toujours accompagnées de modifications intellectuelles correspondantes.

On ne saurait douter conséquemment, que les théories nativistiques, dans tous les ordres de faits, sont celles qui gagnent le plus de terrain et que l'accord absolu des fonctions *de l'organisme* avec les *phénomènes psychiques* exprime la grande idée de l'*équivalence.*

Telles sont les principales observations que nous soumettons à M. Le Conte en réponse à son travail.

DÉTERMINATION TÉLÉGRAPHIQUE

DE LA

DIFFÉRENCE DE LONGITUDE

ENTRE LA

STATION ASTRONOMIQUE DU RIGHI-KULM

ET LES

OBSERVATOIRES DE ZURICH ET DE NEUCHATEL

PAR

E. PLANTAMOUR, R. WOLF & A. HIRSCH.

Mémoire in-4° de 222 pages et trois planches. Genève et Bâle, 1871.
Librairie Georg.

La Commission géodésique suisse avait décidé, dès sa première séance, de déterminer, par voie télégraphique, la différence de longitude, soit entre les quatre observatoires suisses de Genève, Neuchâtel, Berne et Zurich, soit en quelques stations astronomiques, convenablement situées, où l'on déterminerait aussi la latitude, l'azimuth et l'intensité de la pesanteur. L'opération entre Genève et Neuchâtel a déjà été exécutée en 1861, et ses résultats ont été publiés, en 1864, dans un mémoire dont une analyse a paru, en décembre de la même année, dans nos *Archives*.

M. le professeur Plantamour s'étant chargé des observations à faire sur la cime du Righi, en 1867, y a fait transporter, vers le commencement de juin, les diverses parties démontées d'un petit observatoire mobile, construit à Genève, en fer et en tôle, consistant en une tourelle cylindrique de 2 $^1/_2$ mètres de diamètre intérieur, reposant sur des pieux de bois enfoncés en terre, et sur-

montée par une coupole hémisphérique à toit tournant, munie d'une ouverture de $0^m,4$ de largeur.

L'emplacement choisi pour cette tourelle a été l'arête du Kulm à $16^m,43$ à l'est du signal. Un pilier en pierre y a été établi pour supporter un grand théodolite d'Ertel, placé au centre de la coupole. Un autre pilier, en maçonnerie, reposant directement sur le sol, a été placé dans une salle du rez-de-chaussée de l'ancien hôtel, pour y installer un pendule à réversion; et cette salle a aussi servi de laboratoire pour l'établissement des appareils électriques. La troisième planche jointe au mémoire représente le plan de toute la localité, dressé par M. l'ingénieur Denzler.

Le théodolite astronomique, ou instrument dit *universel*, est pourvu d'une lunette brisée, de 40 millimètres d'ouverture et de $434^{mm},9$ de distance focale; son oculaire le plus fort, dont on s'est toujours servi, grossit 47 fois. Le cercle horizontal a 14 pouces de diamètre, il est divisé de 3 en 3 minutes, et la lecture s'effectue à l'aide de deux microscopes micrométriques, au moyen de vis à pas très-fin. Le diamètre du cercle vertical est de 9 pouces, la division est de 5 en 5 minutes, et la lecture s'y opère également au moyen de deux microscopes.

L'instrument, construit vers l'époque de la mort de M. G. Ertel, chef de l'établissement de Munich, était arrivé à Genève encore imparfait dans certaines parties ; et il a dû être réparé, soit à Genève, dans l'atelier dirigé par M. le professeur Thury, soit, plus tard, dans celui de M. Kern, à Aarau.

Le réticule, placé au foyer de la lunette, ne portait, dans l'origine, que cinq fils destinés à l'observation des passages d'étoiles. M. Thury, pour approprier l'instrument

à l'observation par enregistrement électrique, y a tendu treize fils, en groupes de trois chacun, de part et d'autre du fil du milieu.

On sait que dans les lunettes qui sont brisées rectangulairement, pour faciliter les observations faites à diverses hauteurs, un prisme, fixé à 45° dans l'intérieur du tube, amène l'image réfléchie sur l'oculaire établi vers l'un des bouts de l'axe de rotation. Il en résulte un réchauffement et une dilatation du support de l'extrémité de l'axe près de laquelle se trouve l'observateur, dilatation dont il faut tenir compte à l'aide du niveau suspendu au dit axe.

Pour la détermination des corrections instrumentales au Righi, on était obligé de recourir aux observations d'étoiles, sans avoir le contrôle qu'on peut obtenir dans un observatoire, soit par l'observation du fil méridien réfléchi dans un bain de mercure, soit par la position de ce fil relativement à des mires méridiennes placées au nord et au sud.

On observait alors, autant que possible, les passages dans les deux positions diamétrales de l'axe de rotation de la lunette, c'est-à-dire celles où l'oculaire se trouvait successivement placé à l'est et à l'ouest du dit axe, par le retournement bout à bout de celui-ci. Cela a eu lieu surtout pour les étoiles polaires α, δ et λ de la petite Ourse, où le passage est lent. C'est δ qui a été ainsi observée le plus souvent, et ces observations donnaient des équations de condition, servant par leur résolution à déterminer les corrections cherchées.

Dans certains cas, il a fallu recourir à deux approximations successives, lorsqu'un petit changement s'était opéré dans la position de l'instrument pendant le cours de la soirée.

L'erreur de collimation était variable d'un jour à l'autre, mais elle ne l'a été, dans la même soirée, que dans deux ou trois cas, où le désaccord entre les étoiles l'a fait soupçonner, et ces jours-là ont été exclus de la détermination de la longitude.

La Commission géodésique, afin d'éviter l'emploi des pendules dans les observatoires temporaires, avait fait construire, par MM. William Du Bois, du Locle, et Hipp, de Neuchâtel, un chronomètre de marine à enregistrement électrique, dont M. Plantamour s'est servi au Righi, et qui est décrit en détail, aussi bien que les autres instruments employés, dans le second chapitre du mémoire. La planche I représente l'échappement à ancre qui met en communication le rouage du chronomètre avec un rouage auxiliaire à volant. Le courant électrique étant interrompu à chaque seconde, enregistre les secondes sur le chronographe. « De nombreux essais, dit M. Plantamour, et une longue expérience, ont montré que la marche très-régulière du chronomètre, ne varie pas d'une manière sensible suivant qu'on fait ou non marcher le mouvement auxiliaire, avec ou sans l'intervention du courant électrique... On peut donc, ajoute-t-il, envisager comme résolu le problème de l'enregistrement électrique au moyen d'un chronomètre transportable; et nous croyons que l'emploi du chronographe, pour des observations astronomiques, géodésiques et autres, faites en dehors des observatoires permanents, se trouve ainsi notablement facilité. »

Le chronographe employé au Righi est celui de l'observatoire de Genève, qui, vu le grand nombre des signaux, n'était pas assez commode et expéditif. M. Hipp en a imaginé et construit un nouveau, figuré dans la se-

conde planche du mémoire, et qui paraît très-avantageux, mais dans la description duquel je ne puis entrer ici. Les chronographes, et les appareils à relever, des observatoires de Neuchâtel et de Zurich, ont été construits selon ce nouveau principe. Du reste, dans les trois chronographes, les parties essentielles sont les mêmes; les bobines des électro-aimants ont les mêmes dimensions et offrent une résistance à peu près égale. Chaque instrument a le même régulateur, le ressort vibrant de Hipp.

L'une des opérations préliminaires avait dû être la liaison télégraphique des trois stations. L'observatoire de Neuchâtel était déjà relié au réseau télégraphique suisse. Dès le commencement de mai 1867, le raccordement de l'observatoire de Zurich avec le bureau télégraphique de cette ville a été effectué. Il existait déjà une ligne télégraphique entre Lucerne et le Righi-Kaltbad, à environ cent mètres au-dessous du sommet. Une ligne de jonction avec l'hôtel du Kulm, et un nouveau bureau, y ont été établis, aussitôt que la fonte des neiges l'a rendu possible, et le raccordement avec le petit observatoire, distant d'environ $64^{m},5$, a été exécuté, par voie souterraine, par l'Administration fédérale.

Le temps n'a malheureusement pas favorisé les observations de M. Plantamour sur le Righi, et il a fallu, pour les accomplir, beaucoup plus de temps qu'on ne l'avait prévu. A son arrivée au sommet, le 15 juin, une couche épaisse de neige recouvrait déjà le sol; il en tomba encore les deux jours suivants et elle avait alors atteint une épaisseur de 40 à 50 centimètres. Les travaux purent être repris le 18 et la coupole fut entièrement montée le lendemain. Mais, à partir du 21 juin, date à laquelle on pouvait commencer les observations, jusqu'au 31 juillet,

c'est-à-dire pendant six semaines, il n'y a eu que 14 jours, soit un sur trois, où l'état du ciel ait permis de faire des observations, et il n'y a pas eu un seul jour de temps entièrement clair depuis le matin jusqu'à la nuit. Le temps a été moins défavorable pour les deux stations de la plaine; toutefois, une détermination complète de l'heure n'a été possible, pendant les 40 jours compris entre le 29 juin et le 7 août, que 21 fois à Zurich et 24 fois à Neuchâtel.

Des ordres formels avaient été donnés par l'Administration fédérale des télégraphes, pour qu'au moment de la fermeture des bureaux, à 9 heures du soir, moment à partir duquel l'usage de la ligne était concédé pour les opérations scientifiques, on exclut complétement tout appareil intermédiaire, en établissant une communication directe au parafoudre. Mais ces ordres n'ont pas été exécutés partout. Les communications ont souvent aussi été rendues défectueuses par le mauvais état d'isolation des lignes télégraphiques, surtout de celle qui relie le Righi à Lucerne et qui traverse des forêts sur un parcours assez considérable, d'où il résultait que l'isolation n'était satisfaisante que par un temps sec, assez rare pendant l'été de 1867.

Dans la nuit du 15 au 16 juillet, par un violent orage, la foudre tomba sur le paratonnerre du signal, distant seulement de quelques mètres de l'observatoire. Le fluide électrique répandu dans le sol fut conduit par une armature en fer, servant de ligne de terre, et par le manipulateur de l'observatoire, dans l'intérieur de la salle du laboratoire, où il donna lieu à une assez violente décharge, en se frayant, dans l'intérieur du permutateur, un passage pour retrouver la ligne de terre du bureau. Les dégats

se bornèrent, heureusement, à quelques avaries au permutateur, et les précautions furent prises pour qu'en cas de répétition de pareil accident (la foudre tombant plusieurs fois chaque année sur le paratonnerre du signal), le fluide introduit par l'armature en fer du câble souterrain de raccordement trouvât une issue par la ligne de terre du bureau.

Je dois encore mentionner ici une difficulté particulière qui s'est présentée dans les opérations sur le Righi : c'est celle provenant de l'indiscrétion des touristes, affluant en grand nombre, en été, sur cette cime, célèbre à juste titre par la magnifique vue dont on y jouit. « Il est difficile, dit M. Plantamour, de se faire une idée de l'ennui et du dérangement causés par un flot de deux à trois cents touristes, se renouvelant tous les soirs, parmi lesquels il s'en trouve toujours un certain nombre, qui s'imaginent que tout leur est permis dans les montagnes. » On ne pouvait alors quitter momentanément l'observatoire, comme cela était nécessaire pour la correspondance et les signaux télégraphiques, sans le fermer hermétiquement et le mettre, pour ainsi dire, en état de défense. Les observations faites à l'ouïe eussent été impossibles, et celles à l'aide de l'enregistrement électrique étaient seules praticables.

Les astronomes, engagés dans l'opération, tenaient beaucoup à faire simultanément la détermination de la différence de longitude entre les trois observatoires, à cause de l'avantage qu'offrait le contrôle résultant de la clôture du polygone formé par les trois stations. Aussi se sont-ils décidés à ne pas se borner, comme dans l'opération entre Genève et Neuchâtel, à enregistrer les passages des mêmes étoiles aux trois méridiens sur les trois chrono-

graphes à la fois, mais à comparer, en outre, les trois pendules, au commencement de chaque soirée, par des séries de soixante-un signaux, que chacun d'eux donnait l'un après l'autre, et qui s'enregistraient simultanément sur les trois chronographes. Ils obtenaient ainsi une détermination complète des différences de longitude, même dans le cas où, dans l'une ou l'autre des stations, il aurait été impossible de communiquer télégraphiquement avec les autres pendant tout le temps que duraient les observations. Cela permettait aussi de tirer parti d'une détermination de l'heure obtenue au moyen d'autres étoiles, dans le cas où, à une heure plus avancée de la nuit, l'état du ciel aurait rendu impossible, dans l'une des stations, l'observation simultanée des étoiles choisies à l'avance.

Pour éviter la confusion dans les opérations, on avait arrêté le programme suivant :

A partir de 9 heures du soir, la première demi-heure était consacrée à l'appel réciproque des trois stations, et à la correspondance relative à l'état des communications et à l'état du ciel. Cette correspondance terminée, Zurich donnait, dans les deux directions, le signal : *Prêt.*

On mesurait alors, dans les trois stations, l'intensité des courants des trois piles, formées chacune de cent-vingt petits éléments Daniel, avec des boussoles comparées entre elles. Dans ce but, et pour comprendre toutes les combinaisons, chaque station donnait, pendant deux minutes, courant constant suivant un ordre déterminé. Les sept courants étant mesurés dans les trois stations, on déterminait encore les pertes de courant, et ce n'était qu'après toutes ces opérations préliminaires, qu'on commençait à échanger successivement les séries de soixante-un signaux, en suivant, à chaque station, les battements

de la pendule, dans l'ordre Righi, Neuchâtel, Zurich, ces signaux s'enregistrant sur les trois chronographes et l'échange en étant souvent répété une seconde fois.

Enfin, on observait le passage au méridien d'une série d'étoiles équatoriales arrêtées d'avance, en disposant les communications électriques de façon à ce que les signaux de passage devant les fils de chaque lunette, après avoir été enregistrés sur le chronographe de la station, allassent, en cas de communication possible, s'enregistrer sur les deux autres chronographes. La série de toutes ces opérations, commencée à 9 heures du soir, durait ordinairement jusqu'à minuit. Le commencement de la soirée, quand le ciel était clair, était consacré à des observations d'étoiles, enregistrées isolément dans chaque station.

Dans les opérations de ce genre, l'équation personnelle des observateurs est un des éléments les plus difficiles à obtenir avec toute l'exactitude voulue. Aussi les astronomes, dans celle dont nous rendons compte ici, ont-ils mis tous leurs soins à cette détermination. Ils se sont réunis, à plusieurs reprises, à l'observatoire de Neuchâtel, au printemps de 1867, et y ont fait de nombreuses séries d'observations comparatives, soit de passages d'étoiles à la lunette méridienne, soit de passages chronoscopiques d'étoiles artificielles, à l'aide d'un appareil que M. Hirsch a fait construire, et qui est décrit dans le mémoire sur la différence de longitude entre Genève et Neuchâtel. Pour éliminer la source d'erreur qui pouvait provenir de la grande différence de force optique des lunettes méridiennes de Neuchâtel et de Zurich (dont les ouvertures sont respectivement de 51 et de 72 lignes), relativement à celle de la lunette du théodolite installé au Righi, dont l'ouverture n'est que de $17^{l}\ {}^{3}/_{4}$, ce dernier instru-

ment a été transporté à Zurich à la fin de l'opération, et les astronomes y ont fait de nouvelles observations comparatives de passages du 10 au 13 août.

Le travail qui incombait ensuite à chacun de ces MM., de relever les signaux enregistrés sur les feuilles de son chronographe dans le cours des opérations, a été long et pénible, vu le nombre très-considérable de signaux, qui s'est élevé à 22340 à l'observatoire de Neuchâtel, et a été plus grand encore dans les deux autres stations. On a comparé ensuite ces relevés, ce qui a mis en évidence un petit nombre de discordances, qui ont été corrigées. C'est là, remarque M. Plantamour, un des nombreux avantages que présente la méthode d'enregistrement, relativement à l'observation à l'ouïe, de pouvoir, par une révision de l'opération, corriger les erreurs commises dans le relevé.

Chaque astronome a plus tard calculé et réduit ses observations, suivant un plan convenu et arrêté d'avance, il y a eu entre eux plusieurs conférences et leur travail n'a été terminé qu'en 1870.

J'ai extrait ce qui précède des deux premiers chapitres du mémoire publié par ces trois astronomes, pour donner une idée générale de leur entreprise, de son étendue et de ses difficultés. On comprendra aisément que je ne puisse entrer ici dans tous les détails contenus dans les chapitres suivants, et que je doive me borner à en présenter une courte analyse.

Le chapitre 3, qui occupe 73 pages, a pour titre : *Observations d'étoiles et détermination de l'heure dans les trois stations, avec les ascensions droites définitives.*

On y trouve dans divers tableaux : 1° la moyenne des

instants des passages au méridien de chaque étoile, observés dans les trois stations du 29 juin au 13 août 1867; 2° les ascensions droites apparentes des mêmes étoiles, telles qu'elles ont été données de la part du Bureau géodésique central allemand, par MM. les astronomes Förster et Bruhns; 3° les corrections qui en résultent pour le chronomètre et les pendules, en éliminant avec soin les petites erreurs instrumentales, et en déduisant, pour chaque observateur, l'exactitude moyenne de l'une de ses observations de l'ensemble de toutes les étoiles. Les corrections journalières du chronomètre et des pendules, d'après les ascensions droites définitives de chaque étoile, et en appliquant les poids, présentent généralement un accord très-satisfaisant; le résultat obtenu pour une étoile différant le plus souvent à peine d'un dixième de seconde de temps de la valeur moyenne.

Le chapitre 4, beaucoup plus court que le précédent, comprend *la détermination des différences de longitude par l'enregistrement simultané des passages d'étoiles.*

L'avantage, y est-il dit, que présente cette méthode, consiste en ce que chaque passage d'étoile, observé successivement au méridien de deux stations, et enregistré simultanément sur les deux chronographes, donne directement, en prenant la différence des instants observés, une valeur de la différence de longitude en temps, sans qu'il soit nécessaire de recourir à une comparaison des pendules, et de connaître l'ascension droite de l'étoile. Cette méthode élimine également presque complétement l'incertitude due à la durée de la transmission des courants électriques, et aux retards dans l'attraction des ancres des électro-aimants.

On peut admettre, dans l'enregistrement simultané

des passages de la même étoile sous deux méridiens peu distants, que, sauf dans des cas exceptionnels, tels qu'un orage par exemple, les circonstances qui influent sur l'intensité des courants et par suite sur le retard dans l'attraction des ancres, restent sensiblement constantes pendant un si court laps de temps. Chaque étoile fournit, en même temps, une valeur de la double durée de la transmission.

Suivent les tableaux contenant les résultats pour les trois combinaisons entre les trois stations.

La différence des méridiens entre Zurich et le Righi étant de moins de 16 secondes, il a fallu, pour éviter la confusion provenant de l'entre-croisement des fils observés dans les deux stations, restreindre l'observation des passages d'étoiles dans la lunette méridienne de Zurich au premier et au troisième groupe des fils du réticule, et supprimer le fil du milieu dans le passage à la lunette du Righi. C'est ainsi qu'on a obtenu l'enregistrement simultané de 25 passages d'étoiles entre ces deux stations, les 28, 29 et 31 juillet seulement, des circonstances atmosphériques défavorables n'ayant même permis l'observation au Righi que d'un petit nombre d'étoiles dans les deux premiers jours. Il y a eu six jours d'observations simultanées, comprenant 67 passages d'étoiles, entre le Righi et Neuchâtel, et huit jours, comprenant 112 passages d'étoiles, entre Zurich et Neuchâtel.

Les résultats sont les suivants :

Différences de longitude en temps :

Entre Zurich et le Righi	$0^{m}.15^{s},719$	$\pm 0^{s},018$
« le Righi et Neuchâtel	6. 6,630	$\pm 0,014$
« Zurich et Neuchâtel	6.22,344	$\pm 0,015$

La somme des deux premières différences, comparée à la troisième, donne ce que M. Plantamour appelle l'erreur de clôture du polygone, et elle n'est que de $0^s,005$.

Les résultats pour le temps de transmission présentent aussi un accord très-satisfaisant, savoir :

$0^s,011$	entre	Zurich et Righi.
$0^s,0284$	»	Righi et Neuchâtel.
$0^s,0159$	»	Zurich et Neuchâtel.

Le chapitre 5 du mémoire a pour titre : *Comparaison des pendules par les signaux de secondes, et détermination de la différence de longitude par la comparaison de l'heure.*

Ayant déjà expliqué plus haut le mode adopté pour obtenir une seconde détermination des différences de longitude cherchées, je n'aurai guère à rapporter ici que les résultats ainsi obtenus.

L'examen des nombreux tableaux contenus dans ce chapitre montre que les valeurs des différences de longitude entre deux stations varient, d'un soir à l'autre, dans des limites beaucoup plus étendues que ne le comportent les erreurs moyennes dont la détermination de chaque soir est affectée. Ces variations peuvent être attribuées, soit à la variation physiologique dans la manière d'observer des deux astronomes, soit à quelque incertitude sur les corrections instrumentales, surtout pour les observations faites au Righi avec un instrument portatif; soit, enfin, à l'irrégularité de la marche de la pendule de l'observatoire de Zurich, cet observatoire n'ayant pas encore reçu alors une pendule sidérale commandée à M. Sylvain Mairet du Locle [1].

[1] On trouvera plus de détails sur les observatoires de Neuchâtel et

L'erreur moyenne dans la différence d'enregistrement du même signal sur deux chronographes, résultant de 319 séries, n'est que de $\pm 0^s,0189$; et elle est bien moindre que celle qu'on trouve d'un soir à l'autre. Aussi a-t-on reconnu qu'il suffisait de 25 à 30 signaux pour obtenir, à quelques millièmes de seconde près, la comparaison entre les deux pendules.

Les résultats obtenus par ces comparaisons, en en prenant les moyennes arithmétiques, et en calculant les erreurs moyennes, d'après les écarts des différents jours avec la moyenne, sont les suivants :

Zurich-Righi	par	9	jours :	$0^m.15^s,702 \pm 0^s,048$
Righi-Neuchâtel	»	7	»	$6.\ 6,627 \pm 0,034$
Zurich-Neuchâtel	»	9	»	$6.22,324 \pm 0,031$

On voit que la différence entre ces valeurs et les précédentes est fort petite; quoique les écarts d'un jour à l'autre, selon le second mode de procéder, aient été notables, la moyenne n'a pas été sensiblement altérée, par suite de la compensation des écarts de signe contraire.

Le chapitre 6 contient, en 40 pages, une discussion approfondie sur l'*équation personnelle*, dont je ne dirai ici que quelques mots, ayant eu déjà l'occasion, dans un article sur les publications de M. le professeur Rodolphe Wolf, qui a paru en juin 1870 dans les *Archives*, de parler de l'intéressant travail sur le même sujet de cet astronome. Il a trouvé, dans l'ajustement de l'oculaire, la cause principale de petites discordances entre les déterminations de son équation personnelle obtenues à Zurich

de Zurich, ainsi que sur les instruments dont ils sont pourvus, dans des Notices spéciales sur ces établissements, insérées en juillet 1862 et en novembre 1866 dans nos *Archives*.

et à Neuchâtel. Il paraît, d'après une note insérée au bas de la p. 171 du mémoire, que l'astronome Carlini avait déjà mentionné, dans les *Éphémérides de Milan* pour 1819, qu'une position anormale de l'oculaire d'une lunette occasionnait un léger déplacement des fils de son réticule.

Le résultat définitif de la discussion, fort développée, contenue dans ce chapitre, est le suivant :

M. Plantamour observe les passages d'étoiles
plus tôt que M. Wolf de $0^s,137$
et plus tôt que M. Hirsch de $0^s,103$

M. Hirsch les observe seulement de $0^s,034$ plus tôt que M. Wolf, et les erreurs probables de ces déterminations sont au plus d'un centième de seconde.

Le chapitre 7 et dernier du mémoire a pour titre : *Résumé et conclusions.*

Les observateurs se sont décidés, par des raisons exposées dans ce chapitre, à prendre pour chaque différence de longitude la moyenne arithmétique des résultats obtenus chaque jour, soit par la comparaison de l'heure, soit par l'enregistrement simultané d'étoiles, en y appliquant les corrections dues aux équations personnelles, et ils ont obtenu ainsi les valeurs définitives que voici :

		Erreur probable
	m s	s
Righi à l'Ouest de Zurich	0.15,839	±0,019
Neuchâtel à l'Ouest du Righi	6. 6,528	±0,008
Neuchâtel à l'Ouest de Zurich	6.22,367	±0,013

A ces résultats sont jointes les remarques suivantes :

Il importe que l'oculaire soit ajusté avec le plus grand soin à la vue de l'observateur, soit pour la détermination de l'heure, soit pour celle des équations personnelles.

Il est préférable d'augmenter le nombre des jours

d'observation, sur lesquels est basée une détermination de différence de longitude, plutôt que d'accroître le nombre des étoiles observées, chaque soir, pendant un petit nombre de jours.

La vitesse de propagation des courants électriques, sur les lignes télégraphiques qui réunissaient les trois stations, a été de 11690 kilomètres par seconde sidérale; avec une erreur probable de ± 323 kilomètres.

Les difficultés particulières qu'a rencontrées M. Plantamour, pendant son séjour au Righi en 1867, ne l'ont pas empêché d'y exécuter aussi des séries d'expériences sur le pendule à réversion, pour la détermination de la pesanteur sur cette cime de montagne, comme il l'avait fait à Genève en 1865; et elles ne l'ont point non plus découragé d'entreprendre de nouvelles campagnes scientifiques.

Dans les années suivantes, plus favorables sous le rapport des circonstances atmosphériques, il s'est successivement transporté en été, avec ses appareils, sur la cime jurassique du Weissenstein, près de Soleure, et sur le mont Simplon en Valais, pour y effectuer des observations astronomiques et des déterminations analogues aux précédentes, de concert avec ses collègues de la Commission géodésique suisse, et il a réussi à lier la station du Simplon avec l'observatoire de Milan. Il se propose, je crois, de poursuivre l'été prochain, le même genre d'opérations à Gaïs, dans le canton d'Appenzell. Sa persévérance et celle de ses collaborateurs, dans des mesures aussi délicates et fatiguantes, me semblent devoir être mises au rang de services essentiels rendus, soit à la science, soit à la Suisse.

Alfred GAUTIER.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

ASTRONOMIE.

L'ÉCLIPSE DU 12 DÉCEMBRE 1871.

L'*Astronomical Register* de janvier, qui vient de paraître, renferme les télégrammes suivants reçus de l'Inde au sujet de l'éclipse du 12 décembre 1871. Les rapports détaillés ne sont attendus qu'en février.

Premier télégramme. — De M. Pogson à Avenashy à l'astronome royal à Greenwich. — « Beau temps. Photographies télescopiques et avec la camera ont bien réussi. Idem pour polarisation. Bonnes esquisses. Grand nombre de raies brillantes dans le spectre. »

Deuxième télégramme. — Le colonel Tennant, chargé d'observer l'èclipse dans l'Inde, à M. Huggins. — « Légères vapeurs. Observations spectroscopiques satisfaisantes. Renversement des raies complétement confirmé. Six bonnes photographies. »

Le paragraphe ci-dessus, sur le renversement des raies, se rapporte à l'observation faite en Espagne lors de l'éclipse de décembre 1870. « La fente du spectroscope, dit le professeur Young, ayant été disposée longitudinalement, le champ de l'instrument, au moment de l'obscurcissement, et une ou deux secondes plus tard, s'est trouvé rempli de raies brillantes. Autant qu'on a pu en juger pendant ce court intervalle, chaque raie non atmosphérique du spectre solaire a paru lumineuse. Cette observation, confirmée d'ailleurs par celles d'un aide très-intelligent attaché à l'expédition américaine, M. Pye, est de nature à faire croire à l'existence d'une enveloppe entourant la photosphère, qui se trouverait placée au-dessous de ce qu'on appelle ordinairement

« la chromosphère. » Cette enveloppe, dont l'épaisseur ne doit pas dépasser deux à trois secondes, fournirait un spectre discontinu renfermant, sinon la totalité, au moins la presque totalité des raies de Fraunhofer, paraissant lumineuses sur un fond obscur. »

Troisième télégramme, de M. Daïrs, photographe, qui a accompagné M. Lockyer à Ceylan, datée de Mangalore, Békul, le 12 décembre — « Cinq photographies pendant l'éclipse totale. Couronne très-étendue. Brèches persistantes. Légers changements à l'extérieur. »

Les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris* du 18 décembre contiennent les dépêches suivantes expédiées par M. Janssen de la côte de Malabar :

12 décembre : Spectre de la couronne attestant matières plus loin qu'atmosphère du Soleil.

18 décembre : Grande atmosphère d'hydrogène très-rare au delà de la chromosphère.

P. S. Au moment de mettre sous presse, M. de la Rive nous communique l'extrait suivant d'une lettre qu'il vient de recevoir de **M. Janssen.**

Neelgherry Sholoor, 26 décembre 1871.

J'ai l'honneur de vous adresser le résultat de mes observations de l'éclipse du 12 décembre faites à Sholoor, Neelgherry, dans l'Indoustan.

J'ai été favorisé par un ciel d'une pureté presque absolue. Cette circonstance, et surtout les dispositions optiques toutes nouvelles que j'avais prises, m'ont permis de faire sur la couronne des constatations qui démontrent son origine solaire (pour la meilleure partie).

Dans mon télescope[1], le spectre de la couronne s'est mon-

[1] Ce télescope a une ouverture de $0^m,37$, et $1^m,42$ seulement de

tré non pas continu, mais remarquablement complexe. J'y ai constaté :

Les raies brillantes du gaz hydrogène qui forme le principal élément des protubérances et de la chromosphère.

La raie brillante verte déjà signalée aux éclipses de 1869 et 1870, et quelques autres plus faibles.

Des raies obscures du spectre solaire ordinaire, notamment D. Ces raies sont beaucoup plus difficiles à apercevoir.

Mes observations prouvent que, indépendamment des matières cosmiques qui doivent exister dans le voisinage du Soleil, il existe autour de cet astre une atmosphère très-étendue, excessivement rare, à base d'hydrogène.

Cette atmosphère, qui forme sans doute la dernière enveloppe gazeuse du Soleil, s'alimente de la matière des protubérances, lancée avec une si grande violence, des entrailles de la photosphère. Mais elle se distingue de la chromosphère et des protubérances, par une densité énormément plus faible, une température moins élevée et peut-être par la présence de certains gaz différents.

Il y a donc lieu de distinguer cette nouvelle atmosphère solaire. Je propose de la nommer *atmosphère coronale*, désignation qui rappelle que c'est elle qui produit la meilleure partie des phénomènes lumineux qui ont été désignés jusqu'ici sous le nom de couronne solaire.

En annonçant ce résultat, je n'oublie pas, quant à moi, tout ce que nous devons aux travaux qui l'ont préparé, notamment ceux des astronomes américains aux éclipses de 1869 et 1870.

Je ne doute pas que leurs observations de cette année ne soient d'accord avec les miennes.

J'ai l'honneur d'être, etc. Dr Janssen.

distance focale. Les images y sont de 12 à 16 fois plus lumineuses que sous une lunette astronomique ordinaire. Le spectroscope avait été construit pour utiliser toute cette lumière.

PHYSIQUE.

E. Villari. Durée de l'action diamagnétique. (*Il nuovo Cimento*, tome III. page 373; *Naturforscher*, n° 44, 4 décembre 1871.)

Plücker avait reconnu que le diamagnétisme subsiste dans les corps doués de cette propriété un temps appréciable après qu'ils ont cessé d'être sous l'influence de l'action magnétique. Dans le travail dont nous rendons compte ici, d'après l'analyse qui en est donnée dans le *Naturforscher*, M. Villari s'est appliqué à mesurer le temps pendant lequel un corps doit rester soumis à un fort aimant, pour que son diamagnétisme se manifeste, ainsi que le temps pendant lequel l'état diamagnétique subsiste après que le corps a été soustrait à l'action de l'aimant. Pour cette étude, il s'est servi d'un procédé détourné qui consiste à évaluer au bout de combien de temps un corps diamagnétique transparent soumis à l'action d'un aimant arrive à faire tourner d'une manière appréciable le plan de polarisation d'un rayon polarisé qui le traverse.

A cet effet, il disposait une plaque de flint entre les deux pôles d'un électro-aimant, percé de part en part et muni à l'une de ses extrémités d'un polariseur, à l'autre d'un analyseur, puis faisait tourner cette plaque rapidement pendant que l'aimant agissait sur elle, observant l'effet que ce mouvement de rotation exerçait sur le déplacement du plan de polarisation par l'aimant.

Il reconnut que, lorsque la plaque n'était pas magnétisée, elle était absolument neutre par rapport à la lumière polarisée, soit qu'elle fût en repos, soit qu'elle fût animée d'un mouvement de rotation rapide, et que, sous l'action de l'aimant, le pouvoir rotatoire qu'elle acquérait variait très-notablement avec la vitesse du mouvement de rotation auquel elle était soumise. Par suite de ce déplacement incessant, une même portion de la plaque ne restait pas un temps suffisant

sous l'influence des pôles de l'aimant pour acquérir tout le diamagnétisme qui s'y manifestait à l'état de repos. Dans les conditions où l'auteur opérait, il lui suffisait de faire faire à la plaque 161 tours par seconde pour détrnire complétement son pouvoir rotatoire magnétique ; cette plaque pouvait passer 0,001476 seconde dans le champ magnétique sans éprouver d'effet sensible de la part de l'aimant.

Ayant fait varier l'intensité du magnétisme, M. Villari reconnut que l'influence de la rotation de la plaque sur son pouvoir rotatoire magnétique dépend de la force de l'aimant. Le déplacement de la plaque diminue davantage ce pouvoir rotatoire magnétique dans le cas où l'aimant est faible que dans le cas où l'aimant est plus fort. L'auteur en conclut que la vitesse de propagation du mouvement moléculaire magnétique varie avec l'intensité de l'aimant.

Enfin, M. Villari déduit de ses expériences que le temps pendant lequel le diamagnétisme subsiste dans la plaque après qu'elle a été soustraite à l'action de l'aimant, doit être inférieur à 0,0004 seconde.

CHIMIE.

C. Kosmann. Recherches analytiques sur les roches sous le point de vue de leurs principes absorbables par les végétaux. (*Erratum.*)

Nous avons publié dans notre numéro de février 1871, tome XL, page 156, un mémoire de M. C. Kosmann dans lequel il s'est glissé quelques erreurs que l'auteur nous prie de rectifier. Diverses raisons qu'il serait inutile de relater ont retardé la publication de cet *Erratum*.

Page	153,	lig.	1,	*lisez* : inorganiques	*au lieu de* :	organiques.
»	157,	»	30,	« 4,7184	»	7184
»	166,	»	10,	» salines	»	sous-salines.
»	174,	»	8,	» 12,24	»	9,42
»	id.	»	10,	» 23,55	»	24,71

Page 174	lig. 11,	*lisez*	89,96	*au lieu de*	95,756
» id.	» 12,	»	1.924	»	1,9539
» id.	» 13,	»	7,346	»	7,819
» id.	» 18,	»	12,24	»	9,42
» id.	» 20,	»	44,881	»	47,182
» id.	» 21,	»	89,96	»	95,756
» id.	» 22,	»	3,665	»	3,852
» id.	» 23,	»	7,346	»	7,819
» id.	» 27,	»	102,678	»	108,478
» id.	» 28,	»	155,43	»	161,23
» id.	» 29,	»	30,144	»	30,25
» id.	» 30,	»	10,90	»	11,526
» id.	» 31,	»	16,50	»	17,11
» 175,	» 8,	»	15,81	»	15,92
» 175,	» 29,	»	1,600	»	1,706
» 176,	» 31,	»	14,269	»	14,268
» 178,	» 9,	»	4,199	»	4,198
» 178,	» 17,	»	29,13	»	29,14

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

Prof. Fr. Goltz de Halle. Ueber die Aufsaugung, etc. De l'absorption et du transport des poisons après l'interruption de la circulation du sang. (*Pflüger's Archiv*, IV, 147.) — Même auteur. Ueber den Einfluss der Nervencentren, etc. De l'influence des centres nerveux sur l'absorption. (*Pflüger's Archiv*, V, 53.) Communication faite le 23 septembre 1871 à l'assemblée des naturalistes à Rostock.

Les expérimentateurs ont souvent remarqué que les liquides introduits sous la peau de la grenouille privée de circulation par l'ablation du cœur, pouvaient filtrer dans les tissus et porter leur action sur des points très-éloignés de l'endroit où ils avaient été injectés. C'est même là une cause d'erreur assez fréquente; on peut être amené facilement ainsi à méconnaître l'action physiologique d'un liquide toxi-

que transporté par filtration dans un organe éloigné, ou à attribuer les symptômes observés à des parties qui ne sont point en cause.

Nous avons eu l'occasion de donner un exemple de cette cause d'erreur dans une récente communication que nous avons faite à la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève et que nous avons publiée dans un journal anglais le *Practitioner* [1].

Dans ce travail nous avons cherché à démontrer que dans les expériences de M. Cl. Bernard sur le chloroforme [2] les effets anesthésiques produits par l'application du chloroforme à la moitié céphalique d'une grenouille séparée en deux moitiés par une ligature transversale du corps faite après l'ablation du cœur, étaient dus non pas, comme le pensait M. Cl. Bernard, à une action anesthésique ou paralysante du cerveau sur la mœlle épinière, mais bien à une filtration du chloroforme jusqu'à la moelle épinière, phénomène que nous avons pu éviter en variant nos expériences.

M. le prof. Goltz dans deux récentes publications a étudié avec soin l'absorption des liquides chez la grenouille privée du cœur, et il est arrivé à démontrer une action importante que possède le système nerveux central dans ce phénomène. Les expériences ingénieuses de ce physiologiste sont assez intéressantes pour que nous les analysions avec quelques détails.

Dans sa première publication, M. Goltz démontre qu'un poison tel que la strychnine introduit dans l'estomac, ou sous la peau d'une jambe d'une grenouille privée de circulation par l'ablation du cœur, s'absorbe, est transporté à distance et peut produire dans l'espace d'un quart d'heure le tétanos strychnique, par transport du poison à la moelle épinière.

[1] Voyez The Practitioner, London, July 1871, et Gazette hebdomadaire de médecine et de chirurgie, p. 447. Paris, 1871.

[2] Voyez Revue des Cours scientifiques, 1868 et 1869, et Gazette hebdomadaire de méd. et de chir. Paris, 1869.

De plus il a pu produire le tétanos strychnique chez de petites grenouilles en introduisant dans leur estomac des parcelles de muscles gastrocnémiens d'une grenouille empoisonnée par une injection de solution de sulfate de strychnine faite sous la peau de l'autre jambe après l'ablation du cœur. Cette expérience prouve que le poison a pu être transporté d'une jambe à l'autre après l'interruption de la circulation sanguine.

Ce transport se fait par l'intermédiaire des vaisseaux car M. Goltz a pu strychniser de petites grenouilles avec du sang recueilli dans la veine cave d'une grenouille privée de circulation sanguine et strychnisée par injection sous-cutanée.

Ces résultats ne sont plus les mêmes quand on a préalablement sectionné le nerf ischiatique correspondant à la jambe sous la peau de laquelle on fait l'injection ; ils manquent aussi ou se produisent beaucoup plus tardivement quand avant l'injection sous-cutanée on détruit le système nerveux central, ou quand on opère sur des grenouilles mortes : l'injection de strychnine faite sous la peau d'une jambe d'une grenouille morte n'est point transportée à l'autre jambe, dont les muscles n'empoisonnent pas de petites grenouilles auxquelles on peut impunément les ingurgiter.

Après l'ablation du cœur le système nerveux central exerce donc une influence sur l'absorption. Quelle est la force capable de produire par l'intermédiaire des vaisseaux le transport d'un poison, après l'interruption de la circulation sanguine ? C'est ce que M. Goltz cherche à étudier dans son second mémoire.

M. Goltz choisit deux grenouilles vertes bien vivaces et de forte taille, il les curarise, opération préalable qui offre l'avantage soit d'immobiliser l'animal, soit de paralyser les cœurs lymphatiques qui sont ainsi mis hors de cause.

Cela fait, il détruit chez l'une d'elles le cerveau et la moelle épinière au moyen d'un stylet qu'il fait pénétrer dans le crâne. Cinq minutes après, il découvre le cœur des deux

animaux, en enlevant le sternum et ouvrant le péricarde, puis il prolonge l'incision de la poitrine jusqu'au point d'origine des muscles de l'abdomen. Il fait de plus une petite incision de la peau de la tête, chez la grenouille qui a conservé ses centres nerveux.

Les deux grenouilles ainsi préparées sont suspendues au moyen d'un fil passé dans les narines, les plaies sont bien abstergées avec une éponge, et une petite capsule est placée au-dessous de chaque animal.

M. Goltz sectionne alors transversalement l'aorte au-dessus de son bulbe et observe que tandis qu'il s'écoule du sang en abondance dans la capsule appartenant à la grenouille qui a conservé intacts ses centres nerveux, quelques gouttes de sang tout au plus, s'échappent du cœur de la grenouille dont les centres nerveux ont été détruits.

Une minute après la section aortique M. Goltz introduit un petit entonnoir dans les fentes faites à la peau de la tête et y verse 10 à 25 centimètres cubes, selon la grosseur de l'animal, d'une solution de chlorure de sodium au $\frac{1}{100}$, liquide qui lui a donné les meilleurs résultats et qui s'accumule dans les grands sacs lymphatiques situés au-dessous de la peau du dos de la grenouille. Il place une nouvelle petite capsule propre au-dessous de chaque grenouille et ne tarde pas à voir s'écouler goutte à goutte dans la capsule de la grenouille qui a conservé ses centres nerveux du liquide qui sort du cœur, qui devient de plus en plus clair, tandis que rien ne s'écoule du cœur de la grenouille mutilée. En même temps le liquide accumulé dans les sacs lymphatiques diminue proportionnellement à celui qui s'écoule du cœur de la grenouille qui a conservé les centres nerveux, c'est en effet le liquide injecté dans les sacs lymphatiques qui est absorbé et qui s'écoule par le bout cardiaque de l'aorte sectionnée.

L'animal ainsi privé de circulation sanguine, par la section de l'aorte est, comme le fait ingénieusement remarquer l'au-

teur, tout à fait comparable à une glande : le cœur représente le canal excréteur qui se contracte d'une manière rhythmique et son produit s'écoule par la blessure aortique. Après l'arrêt de la circulation cette glande travaille sous la direction des centres nerveux et excrète une très-notable proportion de liquide. Si, au contraire, les centres nerveux sont supprimés, cette singulière glande cesse de fonctionner, aucun liquide ne suit une autre voie que celle de la pesanteur et la capsule placée sous l'animal reste vide.

D'autres phénomènes s'ajoutent à cette excrétion, tandis que l'animal qui a conservé les centres nerveux, offre une peau bien humide, brillante, transparente et sillonnée de plis; la grenouille privée des centres nerveux offre une peau flasque, sèche qui prend l'aspect cadavérique. La sécrétion des glandes de la peau ainsi que l'action des muscles cutanés sont donc aussi sous l'influence du système nerveux central après l'interruption de la circulation [1].

M. Goltz pense que ces phénomènes sont dus à la tonicité des vaisseaux, tonicité qui disparaît comme il l'a antérieurement démontré [2] quand on détruit les centres nerveux.

Quel est le point des centres nerveux qui dirige cette force d'absorption ? M. Goltz prouve qu'il est le même que celui qui dirige la tonicité musculaire, c'est-à-dire que, selon lui, il est situé dans la partie de la moelle qui touche immédiatement à la moelle allongée. Cette force subsiste en effet après la destruction du cerveau et on peut exagérer l'excrétion du liquide qui s'écoule de l'aorte en excitant au moyen d'un courant induit cette partie des centres nerveux.

Mais la tonicité vasculaire ne peut pas expliquer tout le

[1] J'ai répété, il y a quelques jours, avec mon ami le Dr Reverdin, cette expérience remarquable, et nous avons constaté exactement tous les phénomènes que décrit M. Goltz. Dr P.

[2] *Goltz*, Ueber den, etc. De la tonicité des vaisseaux et de son importance pour la circulation du sang. Virchow's Archiv, 1864, tome XXIX, p. 394.

phénomène et M. Goltz pense que l'épithélium qui tapisse les parois des vaisseaux peut bien jouer le même rôle que l'épithélium des glandes. Dans l'un et l'autre cas l'épithélium constituerait, sous la direction des centres nerveux, la *force d'appel* à laquelle viendrait s'ajouter la *vis a tergo* se produisant dans les vaisseaux. Il y aurait dans les glandes des nerfs épithéliaux, comme il y a des nerfs vaso-moteurs.

Ces données de physiologie générale à propos de la sécrétion des glandes sont intéressantes ; c'est une façon d'interpréter les phénomènes de sécrétion différente de celle qui est généralement admise, et qui se rapproche de la manière de voir qu'exposa M. le prof. Vulpian dans une leçon relative à la théorie des sécrétions [1] quand il se rallia à : « la théorie « qui consiste à admettre que les éléments glandulaires « exercent sur le sang une sorte d'attraction, de sorte qu'à « la force connue jusqu'à ce jour comme aidant le retour du « sang en circulation vers le cœur, et qu'on a nommée « *vis a tergo* il faudrait ajouter une nouvelle force attractive « en corrélation avec la nutrition intime des éléments, force « que plusieurs auteurs ont appelé *vis a fronte*. Cette sorte « d'action de succion exercée par les éléments des glandes « peut être augmentée ou déprimée par l'excitation ou l'af- « faiblissement des nerfs qui vont de plus ou moins près « animer ces éléments. »

Les deux travaux de M. Goltz sont, on le voit, d'un grand intérêt, soit au point de vue de la question encore incomplète de l'absorption, soit au point de vue de la physiologie générale, et de la théorie des sécrétions. Dr P.

[1] Voyez *Vulpian*, Théorie des sécrétions. Revue des Cours scientifiques, tome III, p. 743, 1865-1866.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE DÉCEMBRE 1871.

Le 1, neige l'après-midi et le soir ; hauteur 25mm.
2, bise assez forte tout le jour.
5, forte bise tout le jour.
6, à 8 1/2 h. matin, halo solaire avec deux parhélies, à droite et à gauche du soleil ; l'arc tangent supérieur est également visible ; neige le soir.
7, neige le matin, hauteur de la neige tombée depuis la veille au soir 15mm.
9, brouillard le matin.
14, 15, 16, brouillard presque tout le jour.
17, brouillard le matin.
19, brouillard épais tout le jour ; dépôt de givre.
20, de 7 à 8 h. soir, halo lunaire.
21, léger brouillard le soir ; couronne lunaire par intervalles.
23, neige pendant 1 h., hauteur 7mm ; brouillard le soir.
Du 25 au 31, brouillard épais avec dépôt abondant de givre. Dans la soirée du 31, il tombe un peu de neige et de grésil.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 2 à 10 h. matin	727,18	Le 4 à 4 h. après m.	723,59
6 à 10 h. matin	729,15	7 à 6 h. matin	724,47
9 à 8 h. et 10 h. matin	734,96	10 à 4 h. après m.	731,39
13 à 10 h. matin	739,00	17 à 6 h. matin	733,17
20 à 10 h. matin	735,22	22 à 4 h. après m.	720,33
25 à 6 h. matin	734,84	28 à 10 h. soir	722,54
31 à 10 h. soir	732,43		

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale.	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation en millièmes. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation en millièmes. Minim	Fract. de saturation en millièmes. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	0	0	0	0	millim.	millim.					mm.				0	0	cm.
1	718,88	— 8,23	— 0,87	— 3,19	— 2,3	+ 2,6	3,48	—1,10	819	— 35	620	1000	2,4	5	SO. 1	0,89	6,8	— 1,4	—
2	726,42	— 0,73	— 1,47	— 3,66	— 3,6	+ 1,0	3,31	—1,24	864	+ 10	700	840	...	...	NNE. 2	0,53	6,7	— 1,4	96
3	725,50	— 1,68	— 4,89	— 6,95	— 5,5	— 2,3	2,65	—1,87	846	— 9	780	910	...	...	NE. 1	0,96	—	—	96
4	723,85	— 3,37	— 4,59	— 6,53	— 7,3	— 2,9	2,84	—1,65	867	+ 12	810	920	...	...	SO. 1	0,72	6,2	— 1,7	96
5	725,01	— 2,24	— 4,00	— 5,82	— 5,2	— 2,5	2,51	—1,95	737	—118	630	8 0	...	...	NNE. 3	0,26	5,4	— 2,3	—
6	728,09	+ 0,80	— 5,24	— 6,94	— 8,0	— 3,2	2,49	—1,94	807	— 49	640	930	...	...	variable	0,72	5,2	— 2,4	96
7	726,80	— 0,53	— 6,15	— 7,73	—11,6	— 1,0	2,06	—2,34	735	—121	440	980	1,2	4	variable	0,31	5,3	— 2,2	96
8	732,89	+ 5,53	— 9,84	—11,30	—14,7	— 6,5	1,88	—2,49	858	+ 2	780	970	...	...	NE. 1	0,36	3,8	— 3,6	93
9	734,28	+ 6,88	— 9,70	—11,05	—13,5	— 6,3	1,93	—2,41	884	+ 27	820	930	...	...	SE. 1	0,92	3,5	— 3,8	93
10	731,85	+ 4,42	— 8,48	— 9,71	—11,4	— 4,9	2,15	—2,16	907	+ 50	780	980	...	...	NE. 1	0,51	—	—	92
11	733,59	+ 6,12	— 5,42	— 6,55	—13,9	— 0,4	2,76	—1,52	838	— 20	750	960	...	...	NNE. 2	0,56	3,3	— 3,8	90
12	736,65	+ 9,14	— 5,29	— 6,31	— 7,0	— 3,2	2,47	—1,77	819	— 39	750	910	...	...	NE. 1	0,57	3,4	— 3,6	90
13	738,34	+10,80	— 7,97	— 8,89	—10,7	— 6,0	2,24	—1,97	904	+ 45	840	970	...	...	E. 1	0,82	3,3	— 3,6	90
14	737,87	+10,29	— 8,40	— 9,23	—12,2	— 6,0	2,27	—1,91	931	+ 70	860	970	...	...	SO. 1	0,99	2,7	— 4,2	89
15	735,35	+ 7,73	— 5,99	— 6,73	— 7,2	— 2,0	2,68	—1,47	927	+ 65	820	970	...	...	SE. 1	0,72	2,8	— 4,0	88
16	734,33	+ 6,69	— 4,46	— 5,11	— 6,8	— 2,4	2,94	—1,19	890	+ 28	800	950	...	...	ESE. 1	1,00	2,7	— 4,0	88
17	733,59	+ 5,93	— 3,31	— 3,87	— 5,8	— 1,8	2,98	—1,13	835	— 28	750	860	..	...	SE. 1	1,00	—	—	88
18	733,89	+ 6,21	— 2,77	— 3,24	— 4,1	— 1,9	3,11	—0,98	842	— 22	790	870	...	...	variable	1,00	4,3	— 2,2	87
19	733,50	+ 5,80	— 6,32	— 6,71	— 8,4	— 3,7	2,80	—1,28	989	+125	930	1000	...	...	variable	1,00	3,8	— 2,6	85
20	733,83	+ 6,12	+ 0,88	+ 0,57	—11,0	+ 8,8	3,92	—0,15	761	—104	530	1000	..	...	variable	0,32	3,7	— 2,6	84
21	731,38	+ 3,66	+ 1,52	+ 1,28	— 3,1	+ 6,1	4,36	+0,30	861	— 4	590	1000	1,5	5	SO. 1	0,42	4,7	— 1,6	84
22	721,89	— 5,84	— 2,18	— 2,34	— 7,0	+ 0,6	3,56	—0,50	884	+ 18	790	970	...	...	S. 1	0,99	4,2	— 2,0	83
23	724,89	— 2,85	— 0,71	— 0,80	— 1,7	+ 1,5	3,93	—0,12	963	+ 37	820	940	0,1	1	variable	0,82	4,5	— 1,8	83
24	732,70	+ 4,94	— 2,01	— 2,04	— 2,5	— 0,4	3,49	—0,56	891	+ 24	850	900	...	...	NE. 1	1,00	—	—	82
25	733,45	+ 5,68	— 3,57	— 3,55	— 3,9	— 2,1	3,50	—0,55	995	+128	970	1000	...	...	SE. 1	1,00	4,4	— 1,6	82
26	728,85	+ 1,06	— 4,51	— 4,43	— 6,2	— 2,1	3,31	—0,73	998	+130	980	1000	...	...	SE. 1	1,00	3,8	— 2,1	82
27	729,33	+ 1,53	— 5,86	— 5,73	— 7,6	— 4,0	2,98	—1,06	999	+131	990	1000	...	...	S. 1	1,00	4,1	— 1,7	82
28	724,51	— 3,31	— 5,64	— 5,45	— 7,1	— 4,5	3,03	—1,01	1000	+131	1000	10 0	...	...	SO. 1	1,00	2,9	— 2,9	82
29	725,15	— 2,68	— 4,78	— 4,54	— 7,1	— 3,0	3,27	—0,77	1000	+130	1000	1000	..	...	SE. 1	1,00	3,4	— 2,3	82
30	730,66	+ 2,81	— 4,82	— 4,54	— 6,9	— 3,2	3,25	—0,78	999	+129	990	1000	...	...	SSO. 1	1,00	2,7	— 2,9	82
31	730,65	+ 2,78	— 2,95	— 2,63	— 7,3	+ 1,0	3,79	—0,24	991	+121	960	1000	1,1	6	SO. 0	0,97	—	—	—

MOYENNES DU MOIS DE DÉCEMBRE 1871.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	727,09	727,44	727,81	727,42	727,03	727 08	727,39	727,86	728,24
2e »	735,24	735,43	735,74	735 05	734.52	734 52	734,90	735,11	735,07
3e »	728,02	728,35	728,84	728,32	727,78	727,86	728,14	728,44	728,54
Mois	730,05	730,34	730,73	730,20	729,71	729,75	730,08	730,41	730,55
Température.									
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade	— 6,18	— 5,65	— 4,55	— 3,74	— 3,42	— 4,34	— 5,29	— 6,40	— 6,86
2e »	— 6,54	— 6 04	— 4,34	— 2,80	— 2,50	— 3,31	— 4,10	— 4,76	— 5,27
3e »	— 4,49	— 4,18	— 3,16	— 1,91	— 1,60	— 2,00	— 2,43	— 2,92	— 3,25
Mois	— 5,70	— 5,26	— 3,99	— 2,79	— 2,48	— 3,18	— 3,89	— 4,64	— 5,07
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	2,52	2,50	2,53	2,59	2,59	2,66	2,59	2,53	2,46
2e »	2,62	2,63	2,84	3,03	3,03	2,99	2,91	2,81	2,73
3e »	3,21	3,26	3,44	3,68	3,73	3,68	3,65	3,56	3,48
Mois	2,80	2,81	2,95	3,12	3,14	3,13	3,07	2,99	2,91
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade	866	831	778	743	728	785	820	876	886
2e »	927	901	858	813	801	834	861	875	878
3e »	972	968	947	930	924	935	954	965	966
Mois	923	902	864	832	821	854	881	907	912

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	°	°		°	mm	cm
1re décade	— 8,31	— 2,60	0,62	5,36	3,6	94,8
2e »	— 8,71	— 1,86	0,80	3,33	—	87,9
3e »	— 5,49	— 0,92	0,93	3,86	2,7	82,4
Mois	— 7,44	— 1,76	0,78	4,14	6,3	87,9

Dans ce mois, l'air a été calme 4,3 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,70 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 73°,1 E., et son intensité est égale à 22,4 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE DÉCEMBRE 1871.

Le 1, brouillard tout le jour; un peu de neige le matin, qui a été emportée par le vent.
2, id. le matin.
4, id. depuis midi.
5, id. le matin et le soir.
6, id. depuis midi.
7, id. le matin.
20, id. jusqu'à 4 h. du soir.
21, id. le soir.
22, id. le matin.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.

	mm
Le 2 à 10 h. soir	557,16
6 à 10 h. matin	555,12
9 à 10 h. matin	562,34
14 à 10 h. matin	567,92
19 à 10 h. matin	567,52
25 à 10 h. matin	566,82
30 à 10 h. matin	563,75

MINIMUM.

	mm
Le 1 à 6 h. soir	549,51
5 à 6 h. matin	552,15
7 à 8 h. matin	552,82
10 à 2 h. après m.	559,83
17 à 6 h. matin	563,66
23 à 6 h. matin	557,63
29 à 6 h. matin	557,67

SAINT-BERNARD. — DÉCEMBRE 1871.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum.	Baromètre. Maximum	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum*	Température C. Maximum*	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant		Clarté moyenne du Ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.	o	o	o	o	millim.	millim				
1	550,10	—11,85	549,51	550,83	—14,55	— 7,83	—15,6	— 9,4	.....	.....	....	NE.	2	1,00
2	556,44	— 5,49	554,45	557,16	—14,29	— 7,49	—17,0	— 9,0	.....	.....	....	NE.	2	0,29
3	555,92	— 5,99	555,26	556,80	—11,47	— 4,59	—13,0	— 9,6	.....	.....	....	NE.	1	0,00
4	553,08	— 8,81	552,72	553,65	—17,13	—10,17	—19,2	—16,1	.....	.....	....	NE.	1	0,62
5	552,81	— 9 06	552,15	553,59	—20,66	—13,62	—21,7	—19,8	.....	.....	....	NE.	2	0,66
6	554,46	— 7,39	553,89	555,12	—19,44	—12,32	—22,8	—16 8	.....	.....	....	NE.	2	0 73
7	553,46	— 8,36	552,82	554,81	—21,35	—14,14	—24,0	—18,8	.....	.. ..	....	NE.	2	0,57
8	559,23	— 2,57	556,62	560,91	—17,38	—10,09	—21,6	—13,8	.....	.....	....	NE.	1	0,60
9	561,77	— 0,01	561,32	562,34	—12,84	— 5,47	—16,4	—10,0	.....	.....	....	NE.	1	0 00
10	560,09	— 1,67	559,83	560,55	—12,38	— 4,94	—15,0	—10,0	.....	.....	....	NE.	1	0,00
11	562,09	+ 0,35	560,70	563,29	—12,37	— 4,86	—16,5	—11,0	.....	.....	....	NE.	1	0,00
12	564,23	+ 2,51	563,49	565,62	—12,44	— 4,86	—14,0	—11,2	.....	.....	....	NE.	1	0,00
13	566,90	+ 5,20	566,18	567,68	— 9,37	— 1,72	—14,4	— 7,0	.....	.....	....	SO.	0	0,00
14	567,00	+ 5,32	566,48	567,92	— 7,35	+ 0,37	— 8,2	— 6,0	.....	.....	....	NE.	1	0,25
15	565,13	+ 3,47	564,70	565 88	— 8 81	— 1,03	—10,0	— 7,4	.....	.....	....	NE.	1	0,00
16	563,93	+ 2,29	563,78	564,41	— 8,04	— 0,20	—11,2	— 5,7	.....	.....	....	NE.	0	0,00
17	564,57	+ 2,94	563 66	564,44	— 5,34	+ 2,56	— 6,8	— 3 7	.....	.....	....	SO.	0	0 00
18	565,77	+ 4,16	564,72	566,83	— 4,76	+ 3,20	— 7,0	— 3,3	.....	.....	....	SO.	1	0,18
19	566,93	+ 5,34	566,63	567,52	— 4,76	+ 3,26	— 6,4	— 2,6	.....	... .	....	NE.	1	0,27
20	565,85	+ 4,28	565,06	566,54	— 6,15	+ 1,93	— 9,2	— 3,8	.....	.....	....	NE.	1	0,43
21	562 26	+ 0,70	561,29	563,21	—10,71	— 2,58	—11,9	— 9,0	... .	.....	....	NE.	1	0,64
22	558,27	— 3,28	558,02	559,01	—11,25	— 3,07	—11,9	—10,0	.....	.....	....	SO.	1	0,84
23	559,12	— 2,41	557,63	561,34	— 9,31	— 1,08	— 9,8	— 8,0	.....	.....	....	SO.	1	0,50
24	565,59	+ 4,08	563 28	566,67	— 7,42	+ 0,86	— 8,2	— 6,1	.....	.....	....	SO.	1	0,60
25	566,12	+ 4,63	565,85	566,82	— 5,35	+ 2,98	— 7,0	— 2,1	.....	.....	....	NE.	1	0,00
26	563,36	+ 1,89	562,63	564,45	— 4,79	+ 3,58	— 6,0	— 2,4	.....	.....	....	SO.	0	0,00
27	560,79	— 0,67	560,61	561,48	— 5,62	+ 2,79	— 7 2	— 4 2	.....	.....	....	NE.	1	0,00
28	559,02	— 2,42	558,46	560,16	— 8,42	+ 0,03	—10,2	— 6,0	.....	.....	....	SO.	1	0,02
29	559,71	— 1,71	557,67	561,60	— 9,46	— 0 97	—11,6	— 6,2	.....	.....	....	SO.	1	0,00
30	563,18	+ 1,78	562,65	563,75	— 9,17	— 0,64	—10 0	— 6,8	.....	.....	....	NE.	0	0,00
31	562,59	+ 1,21	562,43	563,00	— 9 96	— 1,39	—11,2	— 7,6	.....	.....	....	NE.	1	0,46

* Ces colonnes renferment la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. matin à 10 h. soir.

MOYENNES DU MOIS DE DÉCEMBRE 1871.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
				Baromètre.					
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	555,26	555,75	556,01	555,94	555,80	555,90	555,81	555,94	555,62
2e »	564,85	565,29	565,61	565,35	565,16	565 35	565,28	565,51	565,56
3e »	561 48	561,82	562,29	562,10	561,76	561,82	561,84	562,03	562,11
Mois	560,56	560,98	561,37	561,16	560,93	561,05	561,00	561,19	561,29
				Température.					
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade	—16 65	—16,60	—16,13	—15,26	—15,08	—15,47	—16,34	—16,17	—16,30
2e »	— 9 30	— 9,47	— 8,45	— 7,01	— 6,28	— 7,07	— 7,32	— 7,51	— 7,69
3e »	— 8,90	— 8,85	— 8,68	— 7,99	— 6,63	— 6,79	— 8,26	— 8,59	— 8,84
Mois	—11,53	—11,55	—11,01	—10,02	— 9,23	— 9,68	—10,56	—10,69	—10,87

	Min. observé.*	Max. observé.*	Clarté moyenne du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	°	°		mm	mm
1re décade	—18,63	—13,33	0,39	...	...
2e »	—10 37	— 6 17	0,11	...	...
3e »	— 9,55	— 6,22	0,22	...	...
Mois	—12,74	— 8,49	0,24	...	..

Dans ce mois, l'air a été calme 22,6 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 3,48 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 54,6 sur 100.

* Voir la note du tableau.

LA

PHOSPHORESCENCE ANIMALE

BRÈVE ANALYSE DE DIVERSES PUBLICATIONS

DU

Professeur P. PANCERI

SUIVIE DE LA

TRADUCTION DU PLUS RÉCENT DE CES MÉMOIRES

AYANT TRAIT AUX

ORGANES LUMINEUX ET A LA LUMIÈRE DES PENNATULES

PAR

M. V. FATIO.

Le professeur P. Panceri a publié dernièrement plusieurs importants mémoires sur la phosphorescence des animaux morts[1], sur la lumière des Méduses[2] et sur les organes lumineux des Pennatules[3]. Les recherches et les découvertes intéressantes du savant naturaliste italien jetant un jour tout nouveau sur la question, il m'a semblé qu'il ne serait pas inutile de les répandre, en donnant

[1] *Intorno alla natura della sostanza che rende fosforescenti gli animali morti.* (Ballettino del Associazione dei naturalisti e medici, etc., Ag. 1870, nº 8.)

[2] *Intorno alla sede del movimento luminoso nelle Meduse.* (Rendic. delle R. Accademia delle Scienze fisiche e matematiche, fascicolo 8, Ag 1871.)

[3] *Gli organi luminosi e la luce delle Pennatule.* (Atti della R. Accademia delle Scienze fisiche e matematiche, vol. V, 14 Ottobre 1871.

la traduction de la plus récente des publications de cet auteur, avec un bref résumé de ses diverses observations sur différents phénomènes de la phosphorescence animale, en général.

Dès longtemps, la phosphorescence de la mer et de beaucoup de ses habitants, ainsi que les lueurs dégagées par les corps de divers animaux terrestres ont été, tour à tour, un splendide sujet d'admiration ou la source de curieuses superstitions. Toutefois, je ne puis exposer ici, ni les descriptions variées, ni les hypothèses plus ou moins ingénieuses qui ont successivement paru sur ces points litigieux.

Bien que Pline eût parlé déjà de la lumière de quelques Acalèphes, ce ne fut guère qu'à partir du siècle passé que la science put considérer comme définitivement acquis un certain nombre de faits basés sur de sérieuses observations. Je pourrais citer les noms et rappeler les travaux d'un grand nombre de naturalistes qui apportèrent chacun son contingent de nouvelles données, sur tel ou tel côté de la question [1]. Le phénomène de la lumière a été constaté, non-seulement chez les Polypes, les Méduses et plusieurs êtres de taille et de formes diverses, mais encore dans certains Poissons morts et jusque chez quelques animaux supérieurs.

Il serait intéressant d'énumérer une longue série d'observations curieuses, petit à petit enregistrées dans les annales de la science. Soit les lueurs dégagées par des chairs en putréfaction, et les auréoles lumineuses remar-

[1] Ainsi : successivement, Shaw, Boadsch, Canton Spallanzani, Macartney, Ulme et Dessaigne, Rapp, de Blainville, Ehrenberg, Delle Chiaje, Forbes, Coldstream, Kölliker, Mulder et bien d'autres.

quées autour de la tête de certains mourants [1] ; soit les faits nombreux qui ont peu à peu amené à l'opinion, jusqu'ici accréditée, que l'éclat, parfois si brillant, des animaux marins, réside dans un *mucus* doué de la propriété de reluire, dont la sécrétion peut être activée par le mouvement et différents stimulants et qui est susceptible de se détacher du corps, sans perdre de suite son éclat.

Nous verrions, par là, quel poids il faut accorder à chacune des hypothèses qui ont été jusqu'ici proposées au sujet de la phosphorescence de la mer. Après avoir repoussé l'idée première que l'eau soit simplement éclairée par ses habitants, opinion qui n'a pu être émise qu'à la suite des exagérations de quelques narrateurs et voyageurs, nous comprendrions, en effet, comment, suivant les cas, l'une ou l'autre des explications suivantes peut être considérée comme la plus plausible. Certains auteurs ont attribué l'éclat brillant de la mer à une huile putride et phosphorescente provenant de la putréfaction d'animaux marins et se rassemblant à la surface [2]. D'autres, le professeur Panceri en particulier, paraissent croire plutôt que la principale cause de ce phénomène doive résider dans la présence, au sein du liquide, d'une foule de petits êtres microscopiques et lumineux.

[1] Le professeur Panceri ne traite que subsidiairement des auréoles vues autour de la tête des mourants, et qui ont dû faire naître certainement des idées superstitieuses; cependant, il semble attribuer ce surprenant phénomène à certaines transformations de la graisse contenue dans les tissus, principalement dans les parties où les téguments n'adhèrent pas à l'os.

[2] Ulme et Dessaigne reconnurent qu'en plongeant de la viande phosphorescente dans de l'eau, la substance lumineuse se portait à la surface du liquide; d'où l'explication de la phosphorescence de la mer par la putréfaction de matières animales.

Les deux explications sont également appuyées sur des faits et des observations; mais il semble que la première, bien que vraie dans certains cas, soit cependant moins généralement admissible que la seconde. La clarté magnifique de la mer fendue par l'avant d'un navire et l'éclat de la vague qui déferle, nous semblent également à l'appui des idées du professeur Panceri; car nous reconnaissons dans ces simples faits, constatés par tous les voyageurs, l'effet du brusque mouvement que cet auteur ne cesse de nous montrer comme un puissant stimulant de la lumière, chez les divers animaux marins.

Mais j'ai hâte d'arriver aux résultats obtenus par le professeur Panceri qui, en rapprochant beaucoup de faits souvent en apparence contradictoires, et en comparant les données de ses prédécesseurs avec ses propres observations, me paraît avoir, le premier, découvert la vraie source de la phosphorescence animale et, pour ainsi dire les lois qui la régissent. Je vais donc, avant que de laisser la parole à l'auteur sur un point spécial, exposer encore, en deux mots, les principales conclusions qui me semblent ressortir de ses différentes études; afin de faciliter, par des extraits comparés, l'intelligence du mémoire dont je donne plus bas la traduction.

La graisse peut devenir phosphorescente sous l'influence d'une lente oxydation [1]; or, sans nier qu'il puisse

[1] Voyez : *Intorno alla luce emanata dal grasso* (Rendic. fascicolo 5, Mag. 1871).

Mulder avait déjà prouvé, en 1860, que le phosphore n'existe pas à l'état libre dans les Poissons morts, en montrant comment la lumière provient, chez ces animaux, de la combustion spontanée d'hydrogène phosphoré se développant lentement, en même temps qu'une abondante formation d'ammoniaque.

se trouver chez certains animaux marins une lumière produite, comme chez les Lucioles terrestres, par combustion lente d'une substance albuminoïde, c'est cependant à la *matière grasse*, sous diverses formes, que le professeur Panceri attribue les propriétés lumineuses d'un grand nombre d'êtres morts ou vivants et tant terrestres que marins.

Notre auteur raconte comment un Poisson, le *Trachypterus iris*, pêché de la veille, et ressemblant de jour à un splendide ruban d'argent, paraissait de nuit une véritable épée flamboyante. Manipulant et disséquant cet animal, dans l'ombre, il remarqua que divers points, qui n'avaient pas d'abord paru lumineux, devinrent peu à peu éclatants au contact de l'air ; dans les muscles d'abord, puis dans les viscères et, tout particulièrement, dans les appendices pancréatiques. Cette lumière verdâtre arriva même à une telle intensité que l'on pouvait parfaitement lire à sa seule lueur. Le scalpel, les mains, un linge, la table, tout était illuminé, sans que le thermomètre accusa une sensible élévation de la température. Les chairs répandaient, comme du feu, un fluide semblable à un métal en fusion qui coulait sur le plancher. Si l'eau de mer favorise, jusqu'à un certain point, le développement de cette lumière animale, l'eau douce et l'alcool en diminuent, au contraire, bientôt l'intensité, l'oxygène la ravive et l'acide carbonique l'éteint. Cette matière lumineuse, tout à fait analogue à la graisse et qui peut, comme on le voit, s'isoler facilement, ne cesse pas de reluire de suite après la putréfaction de l'animal et ne perd ses propriétés, ainsi que d'autres substances grasses, que lorsque la véritable décomposition a commencé.

Étudiant la phosphorescence de Méduses transportées dans un aquarium, le professeur Panceri reconnut que la lumière, chez ces nouveaux animaux, tant durant leur vie que pendant un peu de temps après leur mort, provenait encore de la graisse. Toutefois, dans les Méduses, cette matière lumineuse paraît, suivant les cas, tantôt localisée dans certains organes, dans les boutons marginaux et le disque interne, entre autres, comme chez diverses *Thaumanthias*, tantôt répandue sur toutes les surfaces, comme dans les *Cunina moneta* et *Pelagia noctiluca*, par exemple. Il suffit d'élever légèrement la température du liquide où est plongé un de ces animaux, ou d'appliquer à celui-ci un courant électrique, pour voir de suite s'allumer tous les divers foyers de phosphorescence. La lueur verte de la *Pelagia* [1], soumise à l'analyse spectrale, ne donna pas plus de résultats que les lumières monochromatiques.

En examinant de près la substance lumineuse des Pélagies, le professeur Panceri y reconnut un grand nombre de cellules épithéliales qui, en outre de leur noyau, contenaient des granulations jaunes semblables à de la graisse, tant par leur apparence que par leurs diverses réactions. Puis, remarquant que si l'on frotte une place phosphorescente assez longtemps pour la dépouiller de son épithélium, l'obscurité se fait en cet endroit au fur et à mesure que les cellules épithéliales sont ainsi enlevées, il ne douta plus que le siége de la lumière ne fût, chez ces animaux, dans les granulations graisseuses de *l'épithélium* qui, tantôt externe et tantôt replié sur les organes internes, peut ainsi composer des aspects et des foyers variés. Enfin, il observa que divers stimulants,

[1] La lumière est bleue chez la *Cunina moneta*.

comme un choc, le frottement, le mouvement, un courant électrique et bien d'autres, augmentent la production de la lumière, et constata, en même temps, que la clarté, ainsi produite, peut se répandre par diffusion dans l'eau douce et le lait, en se fixant dans ces liquides.

Le mémoire, traduit ci-après, montrera, en dernier lieu, comment la lumière des Pennatules, émanant des Polypes et des Zooides, doit être encore attribuée à une substance grasse, distribuée dans huit cordons lumineux adhérant aux parois externes de l'estomac et se continuant dans les papilles bucales. On verra comment la substance photogénique des Pennatules[1] rappelle, à un haut degré, la matière grasse des cellules épithéliales des Méduses, aussi bien par ses caractères morphologiques que par la propriété, commune à la substance lumineuse des Poissons et des Méduses, de ne pas se décomposer de suite après la putréfaction de l'animal. Ayant observé que la matière grasse reluit, non-seulement lors de l'application d'un stimulant sur les Polypes mêmes, mais encore par l'excitation de divers points éloignés du Polypier, le professeur Panceri fut naturellement amené à étudier la direction variable, la durée et la vitesse des courants lumineux, et constata que la promptitude de transmission est toujours beaucoup moindre que dans les nerfs de l'Homme, de la Souris ou de la Grenouille.

Le mouvement moléculaire produit sous l'action de la volonté de l'animal ou par un stimulant extérieur, rendrait la matière grasse des cordons lumineux susceptible

[1] Ces animaux, dont les formes rappellent un peu celles d'une plume, ont été appelés en allemand *Seefeder*, et en italien *Penne marine*.

de se combiner avec l'oxygène, et cette action chimique serait toujours accompagnée de lumière plutôt que de chaleur. Ainsi, l'oxydation lente de la graisse, qui produit généralement l'éclat ordinaire d'un grand nombre d'animaux marins, serait brusquement activée sous l'influence, volontaire ou involontaire, d'agents internes ou externes. L'on n'a pas encore constaté avec certitude la présence de nerfs chez les êtres en question ; cependant, il semble ressortir des expériences consignées dans ce dernier mémoire : premièrement que, si les Pennatules ont un système nerveux, celui-ci doit être social ; secondement, que s'il n'y a pas de véritables nerfs, il doit y avoir au moins des organes qui en tiennent lieu et qui relient les batteries lumineuses des différents Polypes.

Je ne suivrai pas ici le professeur Panceri dans les considérations qu'il expose pour prouver, soit comment des espèces, qui ne paraissent pas lumineuses dans certaines mers, peuvent cependant reluire ailleurs dans d'autres conditions, soit, jusqu'à quel point quelques auteurs ont mal interprété ou, le plus souvent, exagéré l'éclat de divers animaux marins et, par là, entaché d'erreurs des données pour la plupart utiles et intéressantes.

Au reste, le professeur Panceri nous annonce un travail général sur la phosphorescence des Méduses, et je ne doute pas que les recherches consciencieuses de cet habile naturaliste n'apportent bientôt un nouveau et précieux trésor de découvertes importantes.

ORGANES LUMINEUX
ET
LUMIÈRE DES PENNATULES[1]

PAR
LE PROFESSEUR P. PANCERI
(Traduit sur un résumé de l'auteur.)

Le mémoire présenté à l'Académie, sous le titre indiqué ci-dessus, commence par l'énumération des auteurs qui furent témoins de la phosphorescence des Zoophytes en question. Bien que faisant ici abstraction des observateurs qui se bornèrent à constater le fait de la lumière émise par les Pennatulides, je dois pourtant signaler Spallanzani, Blainville, Delle Chiaje et Forbes, comme ayant déjà mentionné les ondes lumineuses que l'on voit parcourir ces petits Polypes, quand ils viennent à être touchés. Toutefois, il n'a été fait jusqu'ici ni expériences méthodiques, dans le but de déterminer les conditions de ce phénomène, ni recherches spéciales, dans l'intention de connaître si ces animaux possèdent réellement de véritables organes lumineux. On croyait généralement autrefois que le mucus, qui revêt l'extérieur des rameaux (*pinne*), avait la faculté de reluire, en sorte que le doigt qui le touchait et comprimait les petits Polypes se couvrait lui-même de matière lumineuse.

[1] *Gli organi luminosi e la luce delle Pennatule.* (Memoria del socio ordinario P. PANCERI. Adunanza del 14 Ottobre 1871.) Traduit par V. FATIO, sur l'extrait donné par l'auteur aux *Comptes rendus de l'Acad. royale des Sciences phys. et mathém.* — Fasc. X; ott. 1871.

Après les citations historiques, le mémoire se divise en deux parties, l'une anatomique, dans laquelle se trouvent décrits, pour la première fois, les organes lumineux des Pennatules, l'autre physiologique, dans laquelle il est rendu compte de toutes les expériences faites pour étudier ce qui a trait au phénomène de la lumière. Je profite de l'occasion pour remercier publiquement le professeur Francesco Gasco qui fut mon compagnon assidu dans ces dernières.

Les résultats des recherches anatomiques peuvent être résumés comme suit :

I. Dans les Pennatules et les genres voisins, et vraisemblablement dans tous les Pennatulaires phosphorescents, la lumière émane exclusivement des Polypes et des Zooides (Polypes rudimentaires).

II. Les organes phosphorescents des Pennatules consistent en huit cordons, *cordoni luminosi,* qui adhèrent à la superficie externe de l'estomac des Polypes et des Zooides et se continuent dans chacune des papilles buccales des uns et des autres.

III. Ces cordons sont composés principalement d'une substance contenue dans des vésicules ou cellules et qui a tous les caractères des matières grasses, y compris celui de ne pas se décomposer de suite après la putréfaction des Polypes. Il s'y ajoute des cellules multipolaires et des granulations albuminoïdes.

Dans la *Pennatula phosphorea* se trouve de plus une substance minérale, blanche, granuleuse et indéterminée dans sa composition, mais qui n'est ni un carbonate ni un phosphate calcaire. Cette matière manque dans la *Pennatula rubra,* dans le *Pteroïdes griseum* et dans la *Funiculina quadrangularis* qui présentent, pourtant, des

organes et des phénomènes lumineux semblables à ceux de la *P. phosphorea;* d'où il résulte que l'on ne peut pas lui attribuer une importance spéciale. Cependant, elle rend les cordons de la *P. phosphorea* très-blancs, et permet ainsi de les reconnaître par transparence à travers les téguments des petits Polypes.

La mollesse et la fragilité des cordons lumineux sont telles qu'elles rendent impossible toute recherche histologique un peu minutieuse; c'est donc à la nature grasse de la substance qui compose ces cordons qu'il faut attribuer le fait que les anatomistes, qui ont étudié la structure anatomique des Pennatules sur des exemplaires conservés dans l'alcool, n'ont pas pu retrouver ces organes. Pour peu que l'on comprime un petit Polype, les cordons lumineux se rompent aussitôt, et il se peut alors que la matière photogénique aille se jeter dans la cavité des tentacules, d'où il est facile de la recueillir pour l'étudier; mais, si la pression agit vers le Polypier, cette même matière se trouve, par contre, rejetée dans les canaux de celui-ci. L'on comprend ainsi comment Spallanzani, comprimant entièrement dans la main l'étendard ou la massue (*vessillo*) d'un Pennatulide, obtint, par le pore extrême de la tige (*gambo*), un jet lumineux. On peut s'expliquer de même comment Delle Chiaje a vu le bulbe d'une *Funiculina* reluire comme un tison enflammé. J'ai vérifié moi-même le cas de la *Funiculina;* mais la lumière venait de la substance phosphorescente qui s'était mêlée à la sérosité (*sierochimo*) laiteuse des canaux du Polypier, et qui se voyait par transparence à cause de la subtilité du tégument externe. Je reconnus, en effet, très-facilement cette matière au microscope. Le professeur N. Wagner, de l'Université de Kazan, me dit avoir vu une fois, à Naples,

une lueur pâle sortir du rachis d'une Pennatule, ce qui m'aurait beaucoup étonné, après avoir trouvé des organes lumineux spéciaux, si je n'avais pensé qu'il s'agissait sans doute du même cas que j'ai cité à propos de la *Funiculina*. Il arrive toujours que la matière lumineuse, de manière ou d'autre, est mise en mouvement, soit par un choc, soit par des pressions régulières exercées sur le rachis.

La lumière que l'on peut susciter dans la substance liquide à laquelle s'est réduite, par la décomposition, l'étendard d'une Pennatule, est due à la même matière photogénique que nous avons vue être la dernière à se décomposer.

La partie physiologique du mémoire commence par un chapitre où il est parlé des divers états dans lesquels peut se trouver un Pennatulide sur lequel on veut étudier le phénomène de la lumière. Quand ces Zoophites, vivant à la profondeur de 40 à 100 mètres et plus, se trouvent délogés de leurs demeures profondes et portés dans un aquarium, ils subissent un tel changement dans la pression, la température, la salaison de l'eau, les conditions en général et surtout dans l'étroitesse du milieu, que peu à peu ils se gonflent prodigieusement jusqu'à doubler leur masse. Dans cet état, qui fut nommé hydropique, comme aussi dans l'état tétanique auquel sont sujettes les Pennatules, lorsqu'elles sont soumises à des manipulations répétées, ou encore dans un autre état qui est celui de l'épuisement, conséquence inévitable d'un séjour prolongé dans un aquarium ou d'expériences répétées, les tissus du Polypier ne sont plus doués d'aucune conductibilité par excitation, et les Polypes ne donnent de la lumière que quand ils sont stimulés directement et individuellement.

S'il arrive, au contraire, qu'on fasse des expériences sur des individus à peine sortis de la mer, et, par conséquent, pas encore hydropiques, ou sur d'autres chez lesquels l'hydropisie ait déjà diminué, ou, en général, sur des individus qui soient loin de l'épuisement, on se verra en présence de phénomènes d'une grande importance physiologique et d'une très-belle apparence.

Lorsque l'on manipule, sans règle spéciale, une Pennatule qui est dans l'état que nous avons appelé d'opportunité, on obtient, dans tous les cas, une apparition d'étincelles sur les bords polypifères, un va-et-vient de petites clartés, comme si la lumière jaillissait du doigt ou de l'objet qui touche le Polype, allant toujours de l'un à l'autre. Si, par contre, agissant avec beaucoup de rapidité, on applique méthodiquement le stimulant, on aura des courants lumineux réguliers ; comme si les petits Polypes s'allumaient rapidement l'un après l'autre, ceux d'un rameau avant ceux d'un autre qui lui fait suite, de telle manière que l'on arrive aux conclusions suivantes :

IV. La matière grasse des cordons lumineux peut être appelée à devenir lumineuse dans les Polypes et dans les Zooides, non-seulement par des excitations agissant sur le Polype ou le Zooide directement, mais encore par des stimulants appliqués sur un point éloigné du Polypier. Dans ce cas les courants lumineux, qui peuvent parcourir, dans tous les sens, les phalanges des Polypes et des Zooides, représentent évidemment la direction et la vélocité de propagation de l'excitation. Dans l'étude des courants, il a été tenu compte, en premier lieu de leur direction, puis de leur rapidité. Si l'on agit sur l'extrémité de la tige, comme en S de la fig. 1, on aura dans l'étendard un courant lumineux ascendant, comme c'est indiqué dans

la même figure. Si le stimulant est appliqué, au contraire, à la sommité de l'étendard, on produira un courant descendant, comme dans la fig. 2. Si, enfin, l'on fait agir l'excitant sur le milieu de la partie plumée du rachis, on obtiendra deux courants divergents, comme dans la fig. 3.

Faisant en sorte que les deux extrémités de l'étendard soient excitées simultanément, comme cela est indiqué dans la fig. 4, on aura deux courants convergents, lesquels cessent d'ordinaire après un moment de grande vivacité à leur rencontre. Il m'est arrivé une seule fois de voir, dans une Pennatule très-sensible, les deux courants convergents continuer, après leur rencontre, chacun son chemin, comme si l'autre n'existait pas. Les indications de la fig. 5 représentent les deux courants s'étant déjà dépassés. Si l'excitation S se produit à l'extrémité d'un rameau, on verra courir la lumière sur la tige, et, par conséquent, apparaître des courants dans tous les autres rameaux dans le sens de la diffusion de l'excitation, comme dans la fig. 6. Sans parler du mode employé pour mesurer la vélocité de ces courants lumineux, nous indiquerons maintenant quelques chiffres.

Le courant ascendant d'une *Pennatula rubra* emploie à parcourir l'étendard :

Au minimum $1'' \, {}^{1}/_{5}$, au maximum $3'' \, {}^{1}/_{5}$, en moyenne $2'' \, {}^{1}/_{5}$.

Le même courant dans une *P. phosphorea* emploie, au minimum $1'' \, {}^{1}/_{5}$, au maximum $2'' \, {}^{4}/_{5}$, en moyenne $2''$.

Ayant observé, dans tous mes essais, un intervalle entre le moment de l'application de l'excitation et le commencement du courant, je le mesurai et le trouvai de ${}^{4}/_{5}$ de seconde.

Dans certains cas, le courant ascendant emploie moins de

1
S
2
S
3
S
4
S
S
5
S
S
6
S

temps et dans d'autres plus; dans un seul, il a employé 4 secondes. — La durée du courant partiel de chaque rameau n'a pas pu être estimée; elle est cependant beaucoup plus courte que $^1/_5$ de seconde. Les chiffres obtenus pour le courant descendant et pour les courants des Zooides ne diffèrent pas de ceux qui ont été déjà cités.

L'étendard des Pennatules étant en moyenne de $0^m,1$ de longueur, et le courant lumineux employant 2 secondes environ à le parcourir, on peut présumer que le même courant mettrait environ 20 secondes à parcourir 1 mètre. On peut aussi supposer que, s'il devait parcourir les 30 mètres que l'excitation motrice des nerfs de la Grenouille parcourt, suivant Helmoltz, en 1 seconde, le courant lumineux des Pennatules emploierait 600 secondes ou 10 minutes, pour faire le même trajet. Il lui faudrait 660 secondes, ou 11 minutes, pour parcourir les 33^m que parcourt en 1 seconde la sensation des nerfs de l'Homme ou de la Souris. En tout cas, la vélocité de propagation de l'excitation dans les Pennatulides est 160 fois plus petite que celle qui fut constatée par Schiff dans les nerfs des Chats ivres, chez lesquels la transmissibilité avait été réduite jusqu'à 8^m par seconde.

Vu les limites qui me sont imposées, je laisse de côté, dans ce résumé, les considérations et les comparaisons. Je ne puis, cependant, m'abstenir d'appeler l'attention des physiologistes sur la singulière propriété des Pennatules *de rendre visible, par la clarté de leurs Polypes, la direction et la vélocité de propagation de l'excitation, comme si, dans ces animaux, le mouvement moléculaire intérieur, qui se produit par suite de l'excitation, mettait le contenu des cellules des cordons lumineux dans un état qui lui permet de se combiner avec l'oxygène, action chimi-*

que accompagnée de développement de lumière plutôt que de chaleur.

Les faits exposés inspirent maintenant le désir de savoir si les Pennatulides ont réellement des nerfs. Bien qu'ayant signalé les observations de Kölliker, ainsi que les miennes, à propos des fibres pâles, minces et transparentes vues dans les petites cloisons et dans les muscles des Polypes, je dois cependant reconnaître que le champ demeure largement ouvert à des observations ultérieures, qui devraient être faites sur les Polypes en général. Il me semble pourtant que si le système nerveux existait chez les Pennatules, il devrait vraisemblablement être *social*, comme celui qui fut observé dans quelques Briozoaires, chez les Cérialaires, par exemple. Si, par contre, les fibres sus-mentionnées n'étaient pas nerveuses, les Pennatules devraient entrer, et avec elles peut-être tous les Polypes, dans la catégorie des animaux chez lesquels les fonctions nerveuses ne sont pas confiées à des éléments histologiques spéciaux.

Après avoir parlé longuement, dans le mémoire, des différents moyens d'excitation aptes à déterminer des phénomènes lumineux dans les Polypes et dans les Zooïdes, il s'agit, maintenant, de déterminer quelle action ces mêmes agents peuvent avoir sur la matière lumineuse prise en dehors des Polypes, en insistant tout particulièrement sur le pouvoir qu'exerce l'eau douce sur la matière lumineuse, soit des Pennatulides, soit d'autres animaux qui seront cités plus bas. Nous arriverons donc à la conclusion suivante.

V. La matière lumineuse des Pennatules peut être appelée directement à reluire *en dehors du Polype et du Zooïde*, par le choc, par le frottement, par l'eau douce,

par un courant électrique et par le réchauffement, non-seulement de suite après qu'elle a été extraite des Polypes vivants, mais encore après la décomposition de ceux-ci.

Le mémoire continue en traitant de l'action de l'électricité, de la chaleur et de la lumière sur la phosphorescence des Pennatulides, et parle aussi de l'analyse spectrale de leur lumière. Nous terminerons ce résumé en exposant diverses autres conclusions du mémoire, qui sont les suivantes :

VI. Admettant ce qui a été démontré dans une autre occasion [1], c'est-à-dire que la phosphorescence des substances grasses est un phénomène qui accompagne leur oxydation lente, il paraît très-probable que la clarté des Pennatules accompagne l'oxydation de la matière grasse des cordons lumineux. Par la même raison que, dans la Torpille, le pouvoir électromoteur des éléments des organes électriques vient de l'action de la volonté ou de l'excitation artificielle des nerfs, et de même que, par l'action des nerfs, l'intensité de l'oxydation et le développement de la chaleur peuvent être augmentés ou diminués chez un Vertébré à sang chaud, on peut supposer que les nerfs des Pennatules, ou les éléments qui en tiennent lieu, soient capables de produire, dans les batteries lumineuses des Polypes et des Zooïdes, une oxydation momentanée, plus rapide et plus intense, accompagnée d'une manifestation de la lumière.

VII. La substance photogénique des Pennatules présente, dans l'ensemble de ses caractères, la plus grande ressemblance avec la matière grasse contenue dans les

[1] *Intorno alla luce emanata dal grasso.* Rendic. dell' Accad., del di 8 Aprile 1871.

cellules de l'épithélium des Méduses phosphorescentes (*Pelagia noctiluca* et *Cunina moneta* [1]), ainsi qu'avec celle que j'ai trouvée dans les Béroïdes, dans les Pholades, les Chétoptères [2], et les Noctiluques étudiées par Quatrefages. Ces matières réagissent aux diverses excitations et se comportent comme s'il y avait en elles une substance qui les rendît phosphorescentes, et qui fût la même que celle qui rend lumineuses les Pennatules.

VIII. Sans nier qu'il puisse se trouver des animaux marins qui, de même que les Lucioles terrestres, reluisent par la combustion lente d'une substance albuminoïde, ou par quelque autre raison, il est cependant certain qu'une partie des animaux phosphorescents de la mer doivent leur pouvoir lumineux à une matière spéciale qui présente tous les caractères d'une graisse phosphorescente, en même temps que la particularité de s'allumer dans l'eau douce, ainsi que dans les autres cas spécifiés dans ce mémoire.

[1] *Intorno alla sede del movimento luminoso nelle Meduse.* Rend. dell' Accad., del' di 5 Agosto 1871.

[2] Il sera question des organes lumineux et de la lumière de ces animaux dans un travail que je suis en train de compléter.

SUR

L'OBSERVATION SPECTROSCOPIQUE

DE LA

ROTATION DU SOLEIL

ET

UN NOUVEAU SPECTROSCOPE A RÉVERSION

PAR

M. F. ZÖLLNER

(TRADUCTION[1]).

Répondant à une aimable invitation, je me rendis, durant les vacances de Pentecôte, à Bothkamp, près de Kiel, pour installer dans l'observatoire particulier de M. de Bulow, lequel est admirablement monté pour tout ce qui tient à l'astronomie physique, des observations du genre de celles dont j'ai eu l'honneur d'entretenir, il y a deux ans, la Société royale à l'occasion de la démonstration de mon spectroscope à réversion.

Le grand réfracteur de Schröder à Hambourg, muni d'un excellent mouvement d'horlogerie, qui a été installé à Bothkamp est le plus grand instrument du continent après le réfracteur de Pulkowa. De plus entre tous les réfracteurs de mêmes dimensions, il occupe probablement le premier rang par la perfection de son exécution tant au point de vue optique qu'au point de vue mécanique. M. H.-C. Vogel, le directeur de cet observatoire, et M. Lohse son assistant, se conformant aux intentions du fondateur, se sont donné la tâche d'appliquer les ressources mises d'une manière si libérale à leur disposition

[1] *Berichte der Kön. Sächs. Gesellsch. des Wiss.* (1871). — *Poggendorff's Annalen*, tome CXLIV, p. 449.

exclusivement au service de l'*astro-physique*. Les premiers fruits produits par ces nobles efforts se trouvent dans le travail qu'on va lire sur l'observation spectroscopique de la rotation du Soleil et dans les recherches du Dr Vogel sur l'aurore boréale.

Pour le but que je me proposais, le spectroscope à réversion avait dû subir quelques modifications soit dans sa construction soit dans la disposition nécessaire pour l'adapter au réfracteur. Il n'était pas prêt lorsque je partis pour Bothkamp, et je dus me l'y faire envoyer. Je le reçus le 31 mai et le fixai immédiatement au réfracteur. Mais par malheur le temps fut défavorable durant les trois jours que j'avais encore à passer à Bothkamp. Toutefois le soir du 2 juin les nuages se déchirant par places permirent de faire une observation à un moment où le Soleil n'était plus que peu élevé au-dessus de l'horizon. Pendant que j'avais l'œil dans le spectroscope, M. Vogel amenait le réfracteur à l'aide du chercheur sur différents points du disque solaire. J'observai un faible déplacement relatif des deux raies du sodium, que j'avais d'abord exactement superposées et, sans savoir sur quelle portion du disque solaire se trouvait à un moment donné la fente du spectroscope, je donnais à M. Vogel sur le sens du mouvement de chacun des points que nous observions des indications qui concordaient toujours exactement avec sa position sur le disque. Mais, au bout de peu de minutes déjà, le ciel se couvrit de nouveau de telle sorte que je dus partir sans avoir pu faire les observations pour lesquelles j'étais venu, laissant toutefois mon instrument à MM. Vogel et Lohse, afin qu'ils pussent faire de nouvelles recherches dans des conditions plus favorables.

Peu de jours plus tard, je reçus à ma grande satisfac-

tion une lettre du 9 juin 1871, dans laquelle M. Vogel me communique ce qui suit :

« Aujourd'hui en toute hâte la nouvelle : que nous avons observé hier, M. Lohse et moi, le déplacement des raies par la rotation du Soleil, à l'aide du spectroscope à réversion et cela *à plusieurs reprises d'une manière parfaitement certaine.* Avec la disposition actuelle de l'appareil, il n'est pas facile de faire des mesures suffisamment précises. Avant tout il faut que les deux spectres aient exactement le même éclat; de plus que la fente soit taillée avec autant de précision que possible, car les lignes transversales entravent des observations si délicates. »

Une seconde lettre, datée du 14 juin, contient les communications que voici :

« Après avoir observé une première fois avec votre spectroscope le déplacement des lignes par la rotation du Soleil, comme je vous l'ai écrit, j'ai employé mon propre appareil avec cinq prismes très-dispersifs, placés en cercle, que j'avais fixé préalablement sur la région du spectre solaire qui avoisine F et qui me permit non-seulement de voir un déplacement, mais aussi d'en apprécier la grandeur. La ligne fine derrière F (qui en est distante de 1,5 dix millionième de millimètre d'après l'atlas d'Angström) m'a paru séparée de la ligne F par un intervalle moitié de celui que donne votre appareil entre les deux raies du sodium. On peut, à la rigueur, apprécier encore un vingtième de cet intervalle. Les évaluations que nous avons faites, le Dr Lohse et moi, nous ont toutes donné un peu moins de 0,1 dix millionième de millimètre, ce qui représente pour la différence de vitesse des bords équatoriaux du Soleil environ 0,7 mille, tandis qu'en réalité la rotation est de $2 \times 0,27$, soit 0,54

mille. Lorsqu'on fixait la lunette sur le pôle nord ou sud du Soleil, il n'y avait *aucun* déplacement des raies *ni rien qui indiquât une flexion des diverses parties de l'appareil pendant l'observation.* La démonstration de la rotation du Soleil à l'aide du spectroscope peut donc être considérée comme *certaine.* Je compte, du reste, répéter les observations avec un grossissement encore plus considérable. »

« Voici de plus un fait non moins intéressant. Avec quelques taches latérales (planétaires) qui, d'après d'autres observateurs, ne donnent que trois lignes, j'en trouvai quelques-unes de plus; il est une de ces lignes, en particulier, que M. Lohse et moi avons vue d'une manière parfaitement certaine et qui, selon toute vraisemblance, coïncide avec la ligne *la plus brillante* du spectre de l'aurore polaire. Ceci pourrait conduire à des conclusions fort intéressantes. »

Dans ce qu'on va lire M. Vogel donne une description plus précise des observations dont il vient d'être question et de celles qui suivirent :

Observations.

« *9 juin 1871.* A l'aide de votre spectroscope à réversion, nous constatâmes clairement, M. Lohse et moi, le déplacement des lignes par la rotation du Soleil. Les expériences furent disposées comme il suit : »

« Tandis que le spectroscope était fixé à l'aide du mouvement d'horlogerie sur l'un des deux bords du Soleil (le bord marchant en avant), l'on amena les deux lignes D, dans les deux spectres superposés, à coïncider aussi parfaitement que possible, ensuite on arrêta le mouvement d'horlogerie et on observa de nouveau la position relative

des deux raies au moment où le second bord du Soleil (celui qui marchait en arrière) passa dans le champ de l'instrument. La non-coïncidence des lignes D, au second bord du Soleil, se reconnut toujours très-facilement dans *toutes* les observations, et celles-ci se répétèrent un très-grand nombre de fois. »

« Le *10 juin* nous avons repris les expériences avec notre spectroscope de Schröder doué d'un grand pouvoir dispersif, lequel se compose de cinq prismes à vision directe et d'un nombre égal de prismes en verre très-lourd. La lunette grossissait neuf fois. A son foyer se trouvait une fine pointe d'acier qui était amenée sur la ligne F ou sur une ligne très-fine un peu plus réfrangible que F (longueur d'onde, d'après Angström, 4859,17), tandis que le spectroscope était dirigé sur l'un des bords du Soleil. La ligne et la pointe ne se recouvraient plus lorsque c'était de la lumière émanant de portions de l'autre bord solaire qui tombait sur la fente. Pour éviter les flexions qui auraient pu se produire dans l'instrument, on prenait la précaution de fixer la lunette et de faire passer par le mouvement diurne l'image du Soleil devant la fente après que l'appareil tout entier était demeuré un certain temps immobile. En dirigeant l'instrument sur le voisinage d'un des pôles, nord ou sud du Soleil, où l'on ne devait point obtenir de déplacement, la coïncidence de la pointe et de la ligne demeurait effectivement invariable. C'était là une preuve que lorsqu'on fait subir de petits déplacements au réfracteur, les modifications qui peuvent se produire dans l'appareil spectral sont suffisamment faibles pour être sans influence sur les résultats. »

« *11 juin.* Les expériences furent disposées comme la veille. On chercha à évaluer, par un grand nombre d'ob-

servations, la grandeur du déplacement que la ligne subissait par rapport à la pointe placée au foyer de la lunette, et cela en prenant pour unité l'intervalle de deux lignes très-rapprochées du spectre. Nos appréciations oscillèrent entre 0,010, 0,015 millionième de millimètre, d'où résulterait pour le déplacement d'un point de l'équateur solaire une vitesse de 0,42 mille à la seconde. »

« *15 juin.* Les observations furent conduites comme précédemment, seulement, à la place de la pointe, j'avais disposé dans la lunette un réticule très-fin et j'employais un plus fort grossissement. On pouvait encore, avec avantage, employer un grossissement de 24 fois, il donnait les lignes de Fraunhofer avec une très-grande netteté. J'ai fait de la sorte un certain nombre d'évaluations dans le voisinage de la ligne F et du groupe *b* qui m'ont donné un déplacement de 0,008 millionième de millimètre, il en résulterait pour la vitesse de déplacement d'un point de l'équateur solaire 0,35 mille. — Il convient de remarquer que ces observations donnent constamment une vitesse plus grande que celle qui a été déduite de la période de rotation connue du Soleil, il serait néanmoins hasardé de vouloir tirer de là une conclusion quelconque, car d'une part les évaluations précitées sont très-incertaines, d'autre part les longueurs d'onde des diverses lignes du spectre solaire ne sont pas déterminées avec une exactitude assez grande pour que l'erreur possible puisse être considérée comme négligeable par rapport à la grandeur du déplacement qu'il s'agit de mesurer. Cela seul ressort jusqu'ici de ces observations, c'est que l'on peut admettre que le déplacement des lignes spectrales par la rotation du Soleil est démontré désormais avec une entière certitude. »

A la suite de ces résultats qui, comme on voit, promettent pour l'avenir au spectroscope à réversion une application très-étendue pour des mesures quantitatives dans le domaine de l'analyse spectrale, je me permets de décrire ici la construction d'un nouveau spectroscope à réversion notablement simplifié. Il s'agit d'une disposition que j'ai déjà indiquée à propos de la description du spectroscope à réversion [1] et dont j'ai depuis lors constaté l'utilité pratique. Je crois qu'elle pourra très-facilement être appliquée à toutes les recherches spectroscopiques sans qu'on ait plus besoin d'employer, comme on l'a fait jusqu'ici pour la détermination de la position des lignes spectrales, un réticule, une pointe ou des objets éclairés.

La disposition qu'il convient de donner à cet effet à la lunette de *chaque spectroscope* peut être réalisée de deux façons différentes :

1. Par l'objectif à réversion.
2. Par l'oculaire à réversion.

1. *Description de l'objectif à réversion.*

L'objectif de la lunette est partagé en deux, suivant un diamètre, et ces deux moitiés se déplacent à l'aide de vis dans une *seule direction, celle de la perpendiculaire* à ce diamètre, c'est-à-dire de façon à se rapprocher ou s'éloigner. Devant l'*une* de ces deux moitiés de l'objectif se trouve un prisme à réflexion totale, rectangulaire, mobile placé de telle sorte que la face hypoténuse soit perpendiculaire au plan de section et dans sa position normale parallèle à l'axe optique de la lunette. Si l'on vise un objet à travers une lunette munie d'un semblable

[1] Voyez *Berichte der Kön. Sächs. Gesellsch. der Wiss.* — *Archives*, 1869, tome XXXVI, p. 260.

objectif, il apparaît double dans une direction perpendiculaire à la ligne de partage de l'objectif. Suivant les dimensions de l'objet considéré, et suivant l'écartement des deux moitiés de l'objectif, les deux composantes de l'image double sont précisément tangentes, se recouvrent partiellement ou sont séparées par un intervalle. Mais celle des deux images dont les rayons ont passé par le prisme à réflexion, est renversée par rapport à un axe perpendiculaire à la ligne de section.

Si donc l'on remplace la lunette d'un appareil spectral quelconque par un système tel que celui qui vient d'être décrit et dans lequel les arêtes des prismes à reflexion et à dispersion devront être parallèles, on obtient, en écartant convenablement les deux moitiés de l'objectif, deux spectres exactement juxtaposés et inverses l'un de l'autre. Comme le degré de convergence ou de divergence des rayons non parallèles est modifié par la réflexion totale, il faut, afin d'obtenir dans ce cas-là un foyer unique pour les deux moitiés de l'objectif, introduire dans le tube de la lunette une demi-lentille mobile.

Lorsqu'on modifie la direction de l'axe optique de la lunette pour observer successivement les différentes couleurs, on voit les diverses lignes des deux spectres traverser le champ en sens opposés. Par la lecture de la position qu'occupe la lunette au moment de la coïncidence de deux lignes *identiques* on détermine la position de ces lignes aussi bien que par l'emploi de mires placées dans le champ ; *mais avec une dispersion deux fois aussi grande et un degré d'exactitude augmenté suivant le principe des images doubles. On peut exécuter des mesures différentielles à l'aide d'un très-faible déplacement du prisme à réflexion.*

2. *Description de l'oculaire à réversion.*

Le but de l'oculaire à réversion et le principe de son action sont les mêmes que ceux de l'objectif à réversion. Mais tandis que ce dernier consiste en deux demi-lentilles, cela n'est pas le cas pour l'oculaire à réversion.

Celui-ci est muni en effet d'un prisme à réflexion totale, mobile, placé immédiatement en avant de la lentille collective de l'oculaire et dont la grandeur est proportionnée à celle de cette lentille, de telle sorte que le champ visuel soit recouvert à moitié par ce prisme et que les deux spectres obtenus soient mobiles l'un à côté de l'autre en sens inverses. Comme dans ce cas les rayons tombant sur le prisme ne sont jamais parallèles, la correction de la distance focale pour la portion non recouverte de l'oculaire se fait à l'aide d'une demi-lentille concave.

La finesse du contact ainsi obtenu entre les deux spectres est beaucoup moindre avec l'oculaire à réversion qu'avec l'objectif à réversion. On peut néanmoins parer en partie à cet inconvénient par l'emploi d'une lentille cylindrique, qui a pour effet d'allonger les lignes et de faire disparaître l'intervalle obscur qui les sépare. Je crois, d'une manière générale, qu'il est bon de disposer une lentille cylindrique en avant de l'oculaire, dans tous les cas où l'apparition de lignes transversales résultant des poussières ou des autres inégalités qui se trouvent sur les bords de la fente vient entraver des mesures de précision. Par ce procédé ces lignes s'effacent et disparaissent même entièrement, quand l'épaisseur n'en est pas par trop grande, tandis que les lignes spectrales normales sur celles-là ne perdent rien de leur netteté.

SUR LES

ACTIONS ÉLECTRIQUES DES CORPS NON CONDUCTEURS

SOUMIS

A L'INFLUENCE D'UN CORPS ÉLECTRISÉ

PAR

M. R. FELICI [1].

L'action qu'un corps électrisé exerce par influence sur un corps conducteur, ne dépend pas seulement de la distance à laquelle ces corps se trouvent, mais aussi de la nature du milieu *cohibant* (isolant) qui les sépare. C'est ce que Faraday a démontré, et nous rappellerons ici deux de ses principales expériences sur ce sujet :

1° On dispose deux condensateurs (ayant à peu près la forme de bouteilles de Leyde) parfaitement semblables, mais disposés de manière que l'on puisse changer la substance formant la lame non conductrice qui sépare les deux armatures. En chargeant l'un de ces appareils, et en mettant ensuite en communication son armature intérieure avec l'armature intérieure du second condensateur, la charge se distribue également entre eux si les deux lames cohibantes sont formées de la même substance ; mais si elles sont de nature différente, la charge est inégale. Faraday a désigné sous le nom de *pouvoir spécifique inducteur* cette faculté plus ou moins grande des cohibants de transmettre l'action électrique, et il avai

[1] Analyse d'un mémoire publié dans les Memorie della Società italiana dei XL, 3me série, tome II, partie I.

donné les chiffres suivants comme exprimant les valeurs de ce pouvoir pour divers corps.

Air	1,00
Verre	1,76
Gomme laque...	2,00
Soufre.....	2,24

2° Trois disques métalliques égaux et isolés sont disposés parallèlement. Celui du milieu, que nous appellerons A, est à égale distance des deux autres, B et C. A une distance suffisamment grande on place deux petites sphères métalliques isolées, *b* et *c*, entre lesquelles est suspendue une feuille d'or. Le disque B est mis en communication avec la sphère *b* par l'intermédiaire d'un long fil métallique isolé ; le disque C est relié à la sphère *c* de la même manière. On électrise le disque A en mettant B et C en communication avec le sol pendant un instant. La feuille d'or placée entre les deux sphères *b* et *c* reste immobile. Maintenant, si l'on introduit entre A et B une lame d'une substance cohibante, l'équilibre est rompu et la feuille d'or accuse une augmentation de l'action d'influence du côté de B, exactement comme si l'on avait rapproché A de B. — Donc la substance cohibante employée a un pouvoir spécifique inducteur plus grand que celui de l'air.

Faraday a conclu de ces deux expériences et d'autres encore, que les forces électriques ne s'exercent pas réellement à distance, mais bien par l'intermédiaire des cohibants dont les molécules se polarisent; en d'autres termes, que, sous l'influence d'un corps électrisé, les deux électricités se séparent dans chaque molécule du corps non conducteur. Mais l'illustre physicien anglais, occupé surtout de la théorie de l'électricité statique, n'a pas re-

cherché si cette action des corps cohibants dépend de leur masse entière ou seulement de leur surface, si l'humidité de l'air joue un rôle dans le phénomène, etc. De plus, il ne s'est pas préoccupé du fait que, dans la première expérience tout au moins, les armatures sont en contact avec la lame qui les sépare, et qu'une partie de l'effet produit peut résulter de la pénétration de l'électricité dans l'intérieur du corps cohibant, pénétration qui varie suivant la nature de ce dernier et suivant la durée de l'action inductrice.

Il restait donc encore beaucoup de points obscurs dont quelques-uns ont été en partie élucidés par les travaux de Harris, de Matteucci et de M. Gaugain.

Matteucci avait mis en évidence le fait de la polarisation des couches successives du corps cohibant en formant une pile de lames de mica, terminée par deux armatures métalliques, dont l'une était électrisée, tandis que l'autre communiquait avec le sol. Il avait reconnu qu'après avoir subi cette action, chaque lame de mica donnait des signes d'électricité de nom contraire sur ses deux faces. C'est du moins ce qui a lieu quand l'électrisation a été de courte durée ; si on la prolonge et la renforce, il y a pénétration du fluide et l'on trouve que les lames sont chargées de la même électricité sur leurs deux faces.

Matteucci, d'autre part, attribuait les différences des pouvoirs spécifiques inducteurs des divers corps cohibants, non pas à leur masse entière, mais à leur surface seulement, ou tout au moins à une très-petite profondeur à partir de la superficie. Il avait trouvé, en effet, qu'une lame de verre, par exemple, recouverte d'une couche de deux millimètres de soufre, se comporte comme une simple lame de soufre ; ou encore qu'une sorte de boîte,

formée de lames de mica, recouverte de gomme laque, a le même pouvoir inducteur, soit qu'elle contienne seulement de l'air à l'intérieur, soit qu'elle soit remplie de soufre [1].

Plus récemment, M. Gaugain [1] a recherché l'influence que le temps pendant lequel agit l'électricité, exerce sur la charge d'un condensateur. Il a trouvé, en particulier, en comparant des carreaux fulminants formés avec du soufre et de la stéarine, que la charge est plus forte avec la stéarine, si l'action dure quelque temps, mais que, si elle ne s'exerce que pendant un centième de seconde, c'est le soufre qui l'emporte. — Ces résultats montrent qu'il faut bien distinguer l'action instantanée due au pouvoir spécifique inducteur, de l'action plus lente provenant de la pénétration graduelle de la charge dans les couches du corps cohibant.

M. R. Felici a repris ce sujet et il avait déjà fait connaître [2] quelques résultats de ses recherches préliminaires qui l'ont conduit à entreprendre une série d'études plus méthodiques. Il en commence la publication par un remarquable mémoire que nous allons analyser rapidement.

Nous chercherons d'abord à donner une description rapide de l'appareil que M. Felici a employé.

Sur une table solide est disposée une sphère métallique A de $30^{mm},5$ de diamètre, portée sur une tige de verre vernie à la gomme laque. A une distance de 147^{mm}

[1] Ces derniers résultats sont contredits par M. Felici, comme nous le verrons bientôt.

[2] Comptes rendus de l'Acad. des Sciences de Paris, 1862, tome LV, p. 436, et 1863, tome LVI, p. 799.

[3] Cenni di alcune esperienze di elettricità. — Nuovo Cimento, t. XIX, p. 345; t. XX, p. 73; tome XXI-XXII, p. 380.

de cette sphère se trouve un disque métallique D, de 92^{mm} de diamètre, isolé de la même manière. La sphère A peut être électrisée pour agir par influence sur le disque D. Entre les deux on place à volonté, sur un support en verre, le corps cohibant dont on veut étudier le pouvoir spécifique et qui a la forme d'un cube de 96^{mm} de côté.

A l'aide d'une pièce mobile on peut mettre la sphère A en communication avec une première balance de torsion B, dans laquelle la sphère fixe est métalliquement reliée avec le point de suspension du fil de torsion et, par conséquent, avec l'aiguille qui porte la sphère mobile. Il résulte de cette disposition que les deux sphères de la balance sont simultanément chargées de la même électricité et se repoussent. Les oscillations sont rapidement amorties, car l'aiguille porte une lame de verre plongeant dans une auge pleine d'huile.

Une autre pièce mobile permet de faire communiquer le conducteur d'une petite machine électrique avec le point de suspension du fil de cette balance et par suite avec la sphère A.

Le disque D est de même en communication avec une seconde balance de torsion C, beaucoup plus sensible que la première, et dans laquelle la déviation est mesurée à l'aide d'un miroir suspendu à l'aiguille et d'une lunette portant une échelle graduée, comme dans les appareils de Gauss et de Weber.

Deux larges écrans métalliques, en communication constante avec le sol, peuvent à volonté être interposés l'un entre la sphère A et le cube cohibant, l'autre entre le cube et le disque D. Un mécanisme convenable permet de soulever ou d'abaisser rapidement ces écrans sans donner d'ébranlement au reste de l'appareil.

Enfin tout l'ensemble des pièces que nous venons de mentionner, y compris les deux balances de torsion, est entouré d'une grande cage en verre, dans l'intérieur de laquelle l'air est parfaitement desséché par de la chaux vive et de l'acide sulfurique.

Voici maintenant la manière d'opérer :

On commence par s'assurer que la balance C qui communique au disque D est bien au zéro. Cela fait, on soulève l'écran métallique qui s'interpose entre la sphère A et le cube cohibant. On charge alors plus ou moins fortement la sphère A reliée à la balance B ; on s'assure de nouveau que la balance C n'a pas dévié pendant cette opération. — Puis on observe la déviation de la balance B. — On interrompt ensuite la communication de la sphère A avec la balance B, et l'on décharge celle-ci en la faisant communiquer au sol. Il n'y a donc plus que la sphère qui soit chargée d'électricité dont la tension a été mesurée.

Immédiatement après, on abaisse rapidement l'écran métallique qui protégeait le disque D de l'influence de la sphère A. On observe à la lunette la déviation de première impulsion qu'éprouve l'aiguille de la balance C. Dès que cette mesure est faite, on relève promptement l'écran métallique et l'on décharge la sphère A.

L'opération est très-rapide : il suffit de 20 secondes pour charger la sphère et faire la lecture de la balance B, et de 15 secondes pour observer la déviation de la balance C. — Ainsi le temps pendant lequel s'exerce l'action inductrice est très-court, et l'on évite ainsi les perturbations qui pourraient provenir d'une pénétration de l'électricité dans le cube cohibant, d'autant plus que celui-ci

n'est pas en contact avec la sphère électrisée ni avec le disque induit.

M. Felici a étudié avec beaucoup de soin la manière dont l'appareil se comporte. Nous ne reproduirons pas ici les procédés qu'il a employés pour graduer les balances, c'est-à-dire pour déterminer à quelle tension correspond une mesure de la déviation, soit fixe soit initiale des aiguilles; bornons-nous à dire que les diverses séries d'observations qu'il a faites dans ce but étaient parfaitement concordantes. Nous ne parlerons pas non plus de toutes les précautions qu'il a prises pour s'assurer de l'exactitude de sa méthode et pour écarter toutes les causes de perturbation. Arrivons de suite aux résultats des expériences.

M. Felici a fait faire des cubes de soufre, de verre et de spermaceti, tous de la même dimension. Les uns étaient massifs, les autres vides intérieurement. Dans tous les cas leurs surfaces étaient parfaitement nettoyées.

En opérant successivement avec ces divers cubes, l'auteur a trouvé :

1° Que l'action inductrice était plus forte lorsqu'un quelconque de ces cubes était placé entre la sphère électrisée A et le disque D, que lorsqu'il n'y avait que de l'air entre eux.

2° Que quand le cube était massif, l'action exercée était plus forte que lorsqu'on employait un cube de la même substance vide intérieurement.

Voici, par exemple, les résultats d'une série d'expériences faites avec des cubes de soufre, l'un vide, l'autre plein.

CUBE DE SOUFRE VIDE.			CUBE DE SOUFRE MASSIF.		
Degré de la balance B	Degré de la balance C avec le cube	Degré de la balance C sans le cube	Degré de la balance B	Degré de la balance C avec le cube	Degré de la balance C sans le cube
45,50	11,70	9,50	46,50	18,40	10,00
65,50	21,00	17,50	65,50	30,90	17,00
42,50	10,50	8,30	43,00	16,10	8,50
38,50	8,95	7,20	36,50	12,60	6,50
			45,50	17,45	9,50

D'autres expériences ont été faites en prenant des cubes massifs recouverts de différents vernis, et M. Felici a trouvé que cette modification de la superficie n'influait pas sur l'action inductrice[1].

On peut conclure de là que lorsqu'un cohibant est soumis à l'action inductrice d'un corps électrisé, la réaction qu'il exerce dépend de sa masse entière et non pas de sa surface seulement ou de l'état physique de sa surface elle-même. — Elle ne résulte donc pas d'une sorte de semi-conductibilité de la superficie.

L'action exercée dans ces conditions est aussi complétement indépendante d'une pénétration de l'électricité ou de l'influence du temps. C'est ce que M. Felici a mis en évidence par l'expérience suivante.

On soulève l'écran métallique de manière à le placer entre le corps cohibant et le disque D; on électrise la sphère A, et on la laisse agir pendant longtemps sur le cube ; puis on décharge la sphère et l'on abaisse immédiatement l'écran ; on n'observe pas un mouvement de la

[1] L'auteur fait cependant quelques réserves pour le cas du verre lorsque l'on n'a pas rôdé les surfaces après la fusion.

balance C: il n'y a eu aucune induction exercée sur le disque.

En répétant cette expérience de manière que l'écran en tombant établît de lui-même la communication de la sphère avec le sol, un cinquantième de seconde avant que le disque fût découvert, M. Felici n'a pu observer aucun effet.

Or, comme il suffit de la moindre quantité d'électricité développée sur le cube par le plus léger frottement pour obtenir un effet sensible sur le disque, il est évident que ce n'est pas à un transport d'électricité par l'intermédiaire de l'air que l'on peut attribuer les effets précédemment observés; il faut admettre que le pouvoir spécifique inducteur s'exerce et cesse instantanément.

M. Felici a comparé avec beaucoup de soin l'intensité de l'action inductrice en employant divers cohibants et diverses charges initiales de la sphère électrisée; il a représenté graphiquement les résultats de ses expériences par des courbes dont l'abcisse est proportionnelle à la charge de la sphère inductrice et l'ordonnée proportionnelle à l'effet exercé par influence sur le disque.

On reconnaît que la courbe de l'air, c'est-à-dire celle à laquelle on arrive en opérant avec des charges successivement croissantes sans interposer de cube cohibant entre la sphère et le disque, est constamment plus basse que la courbe obtenue avec un cube de soufre; la courbe du spermaceti est plus élevée que celle du soufre, et celle du verre encore davantage.

Ainsi le pouvoir spécifique inducteur dépend bien de la nature des corps cohibants; le pouvoir du verre est plus grand que celui du spermaceti, qui est lui-même

plus grand que celui du soufre. Cet ordre est contraire à celui que Faraday et Harris avaient trouvé pour le soufre comparé au verre. Mais cette différence s'explique parfaitement, parce que dans leurs expériences les armatures métalliques étaient en contact avec le cohibant et agissaient pendant un temps assez long ; or, comme nous l'avons rappelé, les expériences de M. Gaugain ont montré que la durée de l'action dans ces circonstances exerce une influence très-notable.

Si l'on compare pour un même cohibant, les valeurs de la charge de la sphère électrisée et du disque induit, on trouve que le rapport de ces valeurs est sensiblement constant, quelle que soit la tension primitive du fluide sur la sphère. Mais il varie quand on passe d'un cohibant à un autre. M. Felici a trouvé avec son appareil les chiffres suivants pour le rapport de la charge du disque à la charge de la sphère :

pour le verre,	de 1,754 à 1,626
pour le spermaceti,	de 1,467 à 1,523
pour le soufre,	de 1,326 à 1,373 [1]

En résumé, d'après ces expériences, on peut considérer comme acquis les résultats suivants :

1° *L'action exercée par un cohibant soumis à l'influence d'un corps électrisé est une action de masse et non pas de superficie seulement.*

2° *Cette action est indépendante de l'état physique de la surface du cohibant.*

3° *Elle se développe instantanément, ou au moins avec*

[1] En plaçant un cube de métal au lieu d'un cube cohibant, M. Felici a trouvé pour le rapport de 1,817 à 1,857 ; mais il ne considère pas ce cas comme suffisamment étudié.

une rapidité très-grande, aussitôt que l'induction commence à agir; elle cesse dès que l'induction cesse elle-même d'agir, présentant aussi une analogie avec les aimantations et désaimantations rapides du fer doux.

4° *Quand on opère dans des circonstances identiques, cette action est proportionnelle à l'action inductrice, au moins entre certaines limites.*

5° *Son intensité dépend de la nature du cohibant.*

Si l'on admet l'exactitude de ces résultats, on peut, avec l'auteur, conclure comme très-probable que dans un cohibant soumis à une action électrique extérieure, les deux électricités se séparent seulement dans les molécules, qui se trouvent ainsi polarisées. Il découle de là la possibilité d'appliquer à ce cas les formules générales de la théorie du magnétisme en les modifiant convenablement comme M. Mossoti a cherché à le faire [1].

M. Felici a commencé à étudier le cas où le corps électrisé est en mouvement; il a même publié quelques-uns des résultats obtenus [2]; mais il en réserve l'exposé complet pour un nouveau Mémoire que nous aurons soin de faire connaître aux lecteurs des *Archives*.

[1] Discussione analitica sulla influenza che l'azione di un mezzo dielettrico, etc. Memorie della Societa italiana delle Scienza, tome XXIV. Modena, 1846.

[2] *Cenni*, etc. Nuovo Cimento, loc. cit.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

ASTRONOMIE.

Prof. Spoerer. Beobachtungen von Sonnenflecken und Protuberanzen. Observations de taches et de protubérances solaires. (*Astron. Nachr.*, n° 1870.)

Au milieu de sa riche série d'observations de taches solaires, dont la vingt-deuxième communication apparaît dans le n° précité des *Astron. Nachr.*, M. Spœrer insère quelques faits résultant de ses travaux d'analyse spectrale dont nous extrayons ce qui suit. C'est le fruit d'études effectuées du 21 mai au 5 octobre de l'année écoulée et envoyées à l'Académie des Sciences de Berlin.

1. Vingt-cinq dessins accompagnés de calculs démontrent l'existence d'un courant atmosphérique allant de l'équateur au pôle dans les deux hémisphères du Soleil et régnant dans les couches supérieures de l'atmosphère. Ce courant n'existe pas constamment, mais il se présente sur de très-grandes étendues pendant des espaces de temps prolongés.

2. Plusieurs exemples de durée prolongée ont été constatés pour quelques protubérances. Trois cas en particulier sont indiqués, où à différentes époques (après une demi-période de rotation) d'importantes éruptions ont été observées exactement au même endroit. Leur forme quoique complexe était demeurée la même, et cette analogie de forme faisait présumer que l'éruption avait subsisté sans arrêt pendant tout l'intervalle.

3. Des éruptions protubérantielles doivent résulter des vides dans le globe solaire, jusqu'à une profondeur considérable. Ces vides sont comblés soit par un flux latéral de matière,

soit par l'émersion de substances plus profondes. Lorsque ce dernier fait prédomine, la vitesse linéaire de rotation moindre des masses inférieures doit occasionner une déviation vers l'est, et il en résulte une fissure, ou si le mouvement ascensionnel des masses est entravé et subit des arrêts, il se forme des séries de volcans qui se suivent sur le même parallèle. Lorsque le flux latéral est le plus intense, il provoque à côté de la protubérance principale un mouvement dans les substances environnantes qui facilite la rupture de la couche superficielle et la naissance de nouvelles protubérances.

Lorsque pour nous des vides restent à découvert, il se manifeste une formation en arcade, assez fréquente sur le bord du Soleil, à cause de la suprématie du courant allant du pôle à l'équateur.

4. Souvent on observe une formation en arcade incomplète résultant de l'inflexion d'une grande protubérance dont le sommet recourbé se dirige vers une plus petite. Ce phénomène peut se comparer avec celui de nos trombes : et on a vu des cas où une protubérance s'est soulevée pour aller rencontrer la pointe infléchie d'une protubérance plus considérable. Dans d'autres cas, l'extrémité de la grande protubérance venant à reculer, l'autre s'est aussi affaissée.

5. Il convient de distinguer les protubérances en deux catégories :

L'une, de protubérances ordinaires, douées d'un éclat moindre, plus permanentes, ne se composant que d'hydrogène (sans parler de la substance inconnue correspondant à la ligne D_3) et avec une tendance prononcée à se disperser en nuages.

L'autre, de protubérances flamboyantes, avec éclat très-intense, et visibles même par des temps défavorables ; très-changeantes de formes ; renfermant d'autres substances que l'hydrogène, entre autres du magnésium, et présentant très-souvent des formes appointies.

6. Ce même double caractère se reconnaît dans la chromosphère. Lorsqu'elle présente l'apparence flamboyante, on y reconnaît aussi de la lumière blanche, et elle paraît identique avec les facules.

7. Dans les protubérances ordinaires, la violence des éruptions d'hydrogène peut faire projeter d'autres substances; mais par l'expansion du gaz, la température se trouve abaissée, ces substances devenant moins lumineuses perdent leur visibilité et se dispersent à un tel point, qu'il ne peut en résulter aucune tache. Dans la chromosphère flamboyante, cette dispersion de l'hydrogène n'a pas lieu : les masses soulevées à de plus hautes températures demeurent lumineuses près de la surface ; au-dessus se forment des nuages obscurs, et les ouragans convergeant de tous côtés sur les régions plus chaudes, rassemblent les substances obscures qui descendent ensuite sous forme de nuages sur la surface et étouffent les protubérances basses. La tache ainsi produite devient le centre de cyclones dont la direction est indiquée par les petites taches qui viennent en composer le noyau.

Les stries des noyaux sont des fissures, entre lesquelles la surface sousjacente des facules devient visible et au travers desquelles des protubérances flamboyantes réussissent à se faire jour.

8. L'émission de substances lumineuses ne suffit pas pour expliquer les protubérances flamboyantes : les variations en sont trop rapides. Leur apparition et leur disparition presque instantanées, amènent à admettre l'existence de décharges électriques qui s'étendent des masses exhalées à d'autres portions de l'atmosphère solaire.

Des formes analogues à celles d'une fontaine de feu sont aisément comparables à celles de la houppe lumineuse jaillissant d'une petite sphère mise en présence du conducteur d'une machine électrique.

Il se présente aussi des rayons en zigzag pouvant difficilement être attribués à une autre cause qu'à des décharges électriques.

9. Les tableaux de distribution des protubérances sur les deux hémisphères font remarquer une lacune frappante entre 50 et 70 degrés de latitude héliographique.

P. Tacchini. Fisica Solare. Études sur le Soleil. (*Bullettino meteorologico del R. Osservatorio di Palermo*, août et septembre 1871.)

La suite des observations du Soleil faites par M. Tacchini à Palerme, l'a amené à distinguer certains phénomènes dépendant des protubérances sous le nom de pluies solaires. Ce nom est applicable aux cas où des faisceaux de filets lumineux ou de pointes détachées, s'écartent d'une masse isolée d'hydrogène et descendent sous forme de pluie sur la chromosphère. La vue de certains cas spéciaux le confirme dans l'opinion qu'une bonne partie des protubérances sont des phénomènes secondaires qui se développent dans l'intérieur de l'atmosphère solaire, par le fait d'altérations subies par les régions inférieures, et que démontrent les spectres compliqués constatés sur le bord du disque. L'existence de ces masses détachées, se formant dans les espaces élevés et donnant naissance aux pluies solaires, présente un argument en faveur de la réalité d'une enveloppe gazeuse s'étendant au delà de la couche chromosphérique et constituant la couronne ou auréole, dont nous ne pouvons observer les raies spectrales que pendant les éclipses, et qui a été si bien constatée par les derniers observateurs de l'éclipse de décembre 1871.

L'expérience acquise et les circonstances favorables d'atmosphère et d'instruments ont permis un perfectionnement graduel dans les observations chromosphériques journalières de M. Tacchini dans le courant de l'été. La surface accidentée de la couche chromosphérique est dessinée telle qu'elle apparaît réellement et avec les variations très-notables que présente cette surface, tantôt seulement ondulée, tantôt

recouverte de flammes plus ou moins vives, normales ou inclinées à la surface, éparpillées ou formant des groupes distincts. Un examen spécial a été introduit dans ces recherches relatif à la nature du spectre produit par les diverses régions de la chromosphère. Dans les portions du contour du disque où les flammes existent, même sans la présence des protubérances, le spectre sur des longueurs parfois considérables est souvent compliqué et va jusqu'à présenter 17 raies au lieu des trois de l'hydrogène et de D_3. Une statistique de ces spectres donne une idée de leur distribution quotidienne autour du disque et la durée plus ou moins grande de leur apparition peut faire conclure à leur étendue en longitude.

On observe aisément que le magnésium existe toujours dans ces spectres, ce qui a fait appeler ces espaces : régions du magnésium. Leur étendue prouve clairement qu'il ne peut être ici question d'éruptions volcaniques, ou de jets violents au travers d'un milieu résistant. Sur ces vastes surfaces, il se produit évidemment une émission relativement lente de substances internes, incapable le plus souvent de causer le phénomène des protubérances proprement dites, qui est distinct de celui du spectre mélangé et pas toujours concomitant. Il paraît donc nécessaire de le considérer comme naissant dans le sein de la chromosphère par le fait d'altérations spéciales. La continuité n'existe point toujours entre les protubérances et les régions du magnésium. Les nuages protubérantiels peuvent masquer celles-ci, et on peut observer au-dessous de masses hydrogénées en suspension. des espaces fournissant un spectre complexe.

Un examen plus serré des concordances existant entre les phénomènes étudiés et les facules solaires, a fait conclure que les facules coïncident toujours avec les régions à spectre mixte. On doit donc considérer les facules comme conséquences d'un accroissement de lumière produit par l'arrivée dans la chromosphère de substances internes plus

brillantes et formant les régions du magnésium [1]. D'où il suit qu'il peut exister des protubérances sans facules apparentes, et cela lorsque la masse hydrogénée sous forme de protubérances nébuleuses nous occulte les régions du magnésium sous-jacentes ; comme aussi, il peut y avoir des facules sans protubérances, lorsque la région du magnésium se débarrasse de la couche hydrogénée qui la couvre. Il peut y avoir des protubérances correspondant à des facules sans spectre mixte, lorsque la région du magnésium produit des protubérances brillantes, mais capables néanmoins de voiler le spectre de la région inférieure : enfin sur le bord du Soleil, il peut y avoir des facules correspondant à des protubérances et d'autres n'y correspondant pas.

Pendant la période d'août et septembre 1871 l'abondance des facules et des régions du magnésium a été beaucoup plus grande dans l'hémisphère nord que dans l'hémisphère sud. L'étendue de la zone où elles se rencontrent est aussi plus grande dans le premier que dans le deuxième. La plus grande fréquence correspond au bord occidental plutôt qu'au bord oriental dans une très-forte proportion.

Tenant compte de la présence des régions du magnésium et des phénomènes d'éclat qui les accompagnent, on peut conclure que l'intensité lumineuse du disque solaire peut beaucoup varier suivant les temps. L'atmosphère solaire ne pourra pas alors se considérer comme uniformément éclairée, mais il pourra s'y rencontrer des cônes plus ou moins grands et lumineux par suite des diverses régions à magnésium existant à la surface de l'astre. Dans les cas d'éclipses totales, lorsque l'atmosphère solaire devient visible sous forme d'auréole, celle-ci devra avoir des degrés différents d'éclairement et présenter les panaches lumineux observés dans ces occa-

[1] Nous avons inséré dans les *Archives* d'août 1865 la phrase suivante : « Les facules sont le résultat de l'apparition à la surface du Soleil de substances plus éclatantes ou douées d'un pouvoir rayonnant plus considérable. » Voyez *Archives*, tome XIX, p. 287.

sions et qui pourront avoir une étendue de l'ordre de celle des régions du magnésium. L'effet peut se comparer à celui que produit dans l'atmosphère terrestre l'illumination brillante d'une ville vue à distance, et dont les becs de gaz seraient occultés par un objet interposé. On pourra examiner dans les futures éclipses totales, si les panaches observés correspondent, quant à leur angle de position, avec les régions à magnésium constatées à la même époque sur les bords du disque solaire. E. G.

Dr William Huggins. Note sur le spectre de la comète d'Encke. (*Proceedings of the Rogal Society*, novembre 1871.)

Les observations suivantes, communiquées à la Société Royale de Londres dans sa séance du 16 novembre dernier, ont été faites avec un télescope de 15 pouces d'ouverture, appartenant à la Société. Le spectroscope employé ne renfermait qu'un seul prisme ayant un angle réfringent de 60°, avec un petit télescope grossissant six fois.

Le *7 octobre*. La comète présentait l'apparence d'une faible nébulosité à peu près circulaire, dans laquelle on n'a pu constater aucune condensation apparente.

7 novembre. Un changement important avait eu lieu dans l'aspect de la comète. Une forte condensation lumineuse en forme d'éventail était bornée du côté de l'est par un contour assez nettement défini, se rapprochant, par sa forme, d'une courbe parabolique. Cette portion brillante de la comète était entourée d'une nébulosité beaucoup plus pâle, et dont la limite du côté est paraissait former une ligne perpendiculaire à l'axe de la comète.

8 novembre. Aujourd'hui, on aperçoit distinctement un noyau en dedans de l'extrémité est de la condensation lumineuse, et un peu au nord de l'axe de la comète. La portion lumineuse paraît mieux définie, et présente un contraste plus

frappant avec la nébulosité pâle qui l'environne. Dans la portion de la comète tournée du côté du Soleil, la lumière cométaire devient de plus en plus faible jusqu'à ce qu'elle disparaisse entièrement.

Examinée le 8 novembre au spectroscope, la plus grande partie de la lumière se réduisait à une raie brillante située dans la partie verte du spectre. Cette raie était bien définie du côté de la limite la moins réfrangible, mais devenait plus pâle vers le bleu. Le micromètre a indiqué, du côté de la limite la moins réfrangible de la raie, une longueur d'onde de 5160 dix millionièmes de millimètre. Deux autres raies lumineuses ont paru de temps en temps, l'une d'elles située aux deux tiers environ de la distance entre la raie brillante et D, et l'autre un peu au delà de F. Aucun spectre continu n'a pu être constaté, probablement parce que le noyau était trop petit et trop pâle pour fournir un spectre continu appréciable.

Le spectre d'un hydrocarbure, fournissant les raies propres au carbone, a été ensuite réfléchi dans l'appareil, et observé simultanément avec le spectre de la comète. L'auteur a pu ainsi constater, que la raie brillante dans le vert du spectre cométaire coïncidait exactement avec la plus brillante des raies du carbone, soit sous le rapport de la position, soit sous celui de la diminution d'intensité lumineuse à mesure qu'elle s'éloignait de la partie la moins réfrangible.

9 novembre. Confirmation des observations d'hier. La seconde raie brillante du spectre cométaire, visible seulement par intervalles, s'est trouvée coïncider avec la troisième raie du spectre du carbone. La longueur d'onde de sa limite la moins réfrangible a été trouvée d'environ 4735. La moins réfrangible des trois raies cométaires, de même que la seconde raie mentionnée ci-dessus, n'a été visible que de temps à autre.

13 novembre. Le noyau a l'apparence d'un point stellaire, petit, mais parfaitement bien défini. Les trois raies brillantes

sont distinctement visibles dans le spectroscope. La position dans le spectre de la raie la moins réfrangible coïncide avec la première raie du spectre du carbone. Elle commence depuis le rouge avec une longueur d'onde d'environ 5632.

Plusieurs essais ont été faits avec divers appareils dans le but de découvrir dans la comète de la lumière polarisée; mais l'auteur reconnaît que les résultats obtenus sont trop vagues pour qu'on doive y attacher une importance réelle.

Les observations qui précèdent paraissent montrer que le spectre de la comète d'Encke est identique avec celui fourni par la comète II, décrit par M. Huggins en 1868. L'auteur fait remarquer, en terminant, que la matière cométaire paraît se détacher du noyau en se portant vers le Soleil, et qu'en tout cas cette matière ne se trouve pas soumise aux conditions ou à l'influence de cette force répulsive quelle qu'elle soit, qui paraît le plus souvent tendre à l'éloigner du Soleil.

Prof. C.-A. Young. An explosion upon the sun. Sur une explosion solaire. (*Journal of the Franklin Institute.* Philadelphie, novembre 1871.)

Le 7 septembre 1871, entre 12 h. 30′ et 2 h. de l'après-midi, l'auteur a observé une explosion solaire remarquable par son extrême violence. A midi précises M. Young venait d'examiner, au moyen du « télespectroscope, » une énorme protubérance d'hydrogène incandescent qui se faisait remarquer sur le limbe oriental du Soleil. Cette protubérance n'avait presque pas changé d'aspect depuis la veille, et continuait à se présenter sous la forme d'un nuage allongé ni très-dense ni très-brillant, mais remarquable par son volume. Composé en très-grande partie de filaments presque horizontaux, il paraissait flotter au-dessus de la chromosphère;

[1] Le mille américain est le même que le mille anglais, 1502 mètres environ.

à une hauteur de 9000 milles environ[1]. Il semblait d'ailleurs réuni à la chromosphère au moyen de trois ou quatre colonnes verticales d'une teinte plus éclatante que le reste du nuage. Sa longueur totale était de 3′ 45″, ce qui correspond à environ 100,000 milles, son épaisseur de 2′, soit 54,000 milles, en évaluant la seconde à très-près de 450 milles, à la distance du Soleil

« A 12 h. 30′, poursuit M. Young, que nous citons maintenant textuellement, j'ai dû m'absenter pendant quelques minutes. Il n'y avait donc dans ce moment aucune indication de ce qui allait arriver, si ce n'est qu'une des colonnes qui réunissait le nuage à la chromosphère était devenue tout à coup beaucoup plus brillante que les autres, et paraissait s'être recourbée latéralement. Au même instant, une petite masse très-brillante, rappelant par sa forme et son aspect général l'un de ces nuages électriques si fréquents dans la saison chaude, s'était développée autour de la base d'une des autres colonnes, à son extrémité nord. Quelle n'a pas été ma surprise, continue l'auteur, en revenant après une absence de demi-heure seulement, à 12 h. 55′, lorsque je me suis aperçu que le nuage tout entier avait été pour ainsi dire hâché et réduit en fragments, apparemment par suite de l'action de quelque jet ascendant. A la place de ce nuage que j'avais laissé entier et à peu près immobile, l'atmosphère, si j'ose me servir de cette expression, s'est trouvée remplie de débris épars, présentant l'apparence de filaments fusiformes disposés verticalement, ayant chacun une longueur de 10″ à 30″, et une largeur de 2″ à 3″. Ces filaments, qui présentaient un aspect plus brillant que les colonnes dont ils semblaient avoir pris la place, paraissaient s'élever avec une immense rapidité. Au premier moment où je les ai aperçus, quelques-uns avaient déjà atteint la hauteur de près de 4′, soit environ 100,000 milles. Ils ont continué à monter avec un mouvement presque perceptible à l'œil, jusqu'à ce que,

après un intervalle de dix minutes, j'ai pu constater, par une mensuration exacte, que les filaments les plus élevés se trouvaient à plus de 200,000 milles au-dessus de la surface du Soleil. La moyenne de trois observations presque concordantes a donné pour leur plus grande élévation 7′ 49″, et j'insiste sur ce chiffre parce que la matière chromosphérique, qui était dans ce cas de l'hydrogène incandescent, n'a jamais été observée jusqu'ici à une élévation de plus de 5′. La rapidité de l'ascension, +66 milles par seconde, dépasse aussi de beaucoup ce qui a été observé jusqu'à présent.

» A mesure que les filaments atteignaient cette énorme hauteur, ils disparaissaient graduellement comme un nuage qui se dissipe; et à 1 h. 15′, il n'en restait plus que quelques fragments épars entourés de banderolles brillantes dans le voisinage immédiat de la chromosphère. Mais pendant ce temps, la petite masse dont il a été question plus haut, et dont l'aspect rappelait celui d'un nuage d'été fortement électrisé, avait d'abord grossi, puis s'était tout à coup développée en une masse incandescente changeant constamment de forme et de position. Elle a paru d'abord refoulée, pour ainsi dire, le long de la surface solaire, puis s'est élevée en forme de pyramide à la hauteur de 50,000 milles. Un peu plus tard sa partie supérieure a paru étirée en longs filaments enroulés à la façon des volutes d'un chapiteau conique. Enfin, à 2 h. 30′, elle avait totalement disparu.

» Le phénomène, considéré dans son ensemble, m'a suggéré l'idée d'une explosion au-dessous de la grande protubérance, explosion qui aurait exercé son action d'abord de bas en haut et de dedans en dehors dans toutes les directions, puis après un intervalle, de dehors en dedans. Je ne serais d'ailleurs pas surpris que les flammes si mystérieuses de la corona, si tant est qu'elles appartiennent au Soleil, ne trouvassent une fois leur explication dans quelque phénomène de cette nature.

» L'après-midi du même jour, une portion de la chro-

mosphère, située vers le limbe opposé du Soleil, s'est trouvée briller pendant quelques heures d'un éclat tout à fait inaccoutumé, et m'a fourni à l'analyse spectrale plus de 120 raies brillantes, dont j'ai pu déterminer la position exacte. Sur ces 120 raies, de 15 à 20 m'ont paru nouvelles. Le soir il y a eu une magnifique aurore boréale. On aurait dit la réponse de la terre à la grande explosion solaire! La coïncidence est au moins singulière. »

PHYSIQUE.

E. Gautier. Aurore boréale du 4 février 1872.

Genève a été privée du spectacle brillant qu'a offert le ciel dans la soirée du 4 février, et qui a été observé dans toutes les parties de l'Europe et jusqu'en Égypte. Une épaisse couche de brouillards couvrait toute la partie inférieure de la vallée du Léman, et n'a permis que la constatation à diverses heures de la soirée d'une clarté rougeâtre, visible seulement dans le voisinage du zénith. De toutes les localités élevées des environs on a pu en revanche admirer le phénomène, et j'ai joui de ce privilége pendant quelques moments passés à Gex vers sept heures. L'Aurore boréale avait déjà jeté plusieurs bouffées lumineuses lorsque j'en fus averti; il y avait des alternances dans son éclat. La ville de Gex était précisément à la limite supérieure de la couche des brouillards et quelques nuages voltigeaient dans l'air, surtout du côté de l'Ouest. Ce fut cependant de ce côté, et dans les intervalles de ces nuages, que les clartés de l'Aurore nous apparurent décisives en premier lieu. Bientôt l'horizon au Nord-Est, où le ciel était beaucoup plus pur et où les étoiles apparaissaient dans tout leur éclat, se couvrit aussi d'émanations lumineuses, et le phénomène prit un aspect général bien caractérisé et des plus imposants. A ce moment, il était sept heures et un quart, je le vis présenter une apparence remarquable

et qui dura quelques instants. Tout le ciel, du Nord à l'Est, paraissait couvert d'un gigantesque spectre, dont les bandes colorées se succédaient verticalement. Le rouge, à notre gauche, occupait la région Nord-Nord-Ouest, entourant Wega qui allait se coucher derrière le Jura. Les étoiles du grand Chariot paraissaient dans l'orangé. Les bandes du jaune et du vert, plus lumineuses que toutes les autres, couvraient les pieds de la Grande-Ourse et s'étendaient jusqu'aux Gémeaux. Jupiter se trouvait dans l'indigo avec Procyon, et un violet foncé, mais très-distinct, se montrait au-dessous d'Orion, sans s'élever autant que les autres couleurs au-dessus de l'horizon. La surface ainsi teintée embrassait un espace de plus de 100 degrés en distance azimutale et atteignait son maximum d'éclat non loin du zénith dans sa partie centrale, c'est-à-dire dans la région du jaune au vert. Des rayons plus brillants se montraient parfois dans la partie rouge qui était plus mouvementée que l'autre extrémité du spectre.

Raoul Pictet. Observations sur l'Aurore boréale du 4 février 1872 faites en Égypte. (Extrait d'une lettre à M. A. de la Rive [1].)

Le Caire, 5 février 1872.

..... C'est à huit heures que je fus prévenu par un de mes amis qui venait me voir qu'on apercevait à l'horizon, du côté d'Alexandrie, une lueur rouge inaccoutumée. Nous sortîmes ensemble, et l'intensité du météore qui allait croissant ne laissa plus le moindre doute sur sa nature ; je disposai immédiatement une boussole pour observer sa position ; elle éprouvait de notables perturbations, mais oscillait surtout du

[1] Aux détails que renferment sur la magnifique Aurore boréale du 4 février presque tous les journaux scientifiques, nous croyons devoir ajouter ceux que nous a communiqués M. Raoul Pictet qui a été témoin de ce phénomène au Caire, par conséquent à une latitude où bien rarement on peut l'observer. (A. D. L. R.)

cote de l'Est ; elle garda pendant plusieurs minutes une direction qui était de 2 à 3 degrés Est du méridien terrestre, ce qui, par rapport à la déclinaison ordinaire du Caire qui est de 8°,6′ Ouest, fait une différence de 10 à 11 degrés [1].

A neuf heures, la hauteur de la coloration rouge sang atteignit 30 degrés, l'étoile polaire brillait sur la zone limite. On vit plus distinctement les faisceaux lumineux jaillir en blanc orangé sur le fond de coloration rouge unie. Le point central vers lequel semblaient converger tous les rayons aurait été compris dans un plan vertical faisant un angle de 2 à 3 degrés Est avec le plan du méridien : c'est ce point-là particulièrement qui m'a frappé, car dans les précédentes Aurores que j'ai vues à Genève, le méridien magnétique semblait à peu de choses près passer par le centre des rayons lumineux. La déviation de l'Aurore boréale vers l'Est m'a paru pendant toute sa durée très-évidente et parfaitement marquée.

A neuf heures et demie l'Aurore est dans tout son éclat.

Il ne m'a pas été possible de distinguer les anneaux lumineux que l'on voit habituellement au-dessus de l'horizon ; les rayons lumineux seuls étaient visibles et descendaient jusqu'à terre. Je n'ai pas pu non plus remarquer la rotation des rayons lumineux, car ils n'étaient pas assez stables pour cela ; par moments ils avaient un grand éclat, puis peu après ils étaient si pâles qu'on les distinguait à peine. La colo-

[1] Il y a sûrement une erreur dans l'évaluation de la perturbation apportée par la présence de l'Aurore boréale dans la déclinaison magnétique, telle que l'indique M. Raoul Pictet. M. Pictet parle, en effet, d'une déviation de 10 à 11 degrés par rapport à la déclinaison ordinaire. Or cette déviation dans des circonstances semblables n'a jamais dépassé 2 degrés, si même elle a jamais atteint ce chiffre. M. Airy, dans une communication qu'il a faite à la Société royale de Londres sur cette même Aurore boréale du 4 février, dit que la perturbation qu'il a observée dans la déclinaison de l'aiguille aimantée, et qui est la plus forte qu'il ait jamais remarquée, a été d'à peu près 2 degrés. (*Réd.*)

ration rouge a persisté jusqu'à onze heures et demie. A ce moment l'aiguille aimantée n'était plus déviée que de 4 à 5 degrés à l'Est de sa position normale, mais elle oscillait constamment, ce qui m'empêchait de faire des lectures exactes.

A minuit la coloration avait presque entièrement disparu. Le matin l'aiguille aimantée est de nouveau agitée et retourne à l'Est comme si une Aurore boréale avait encore lieu ; il est vrai que le jour nous empêche entièrement de l'apercevoir, mais la déviation de la boussole est trop marquée pour ne pas provenir de la répétition ou plutôt de la continuation du phénomène.

Je viens du télégraphe où j'ai pris les renseignements suivants sur les phénomènes électriques d'hier soir. Hier après midi on avait de la peine à correspondre avec Khartum qui est à 15° latitude N.-E., 35° longitude Est. Les appareils parlaient tout seuls ; les signes expédiés manquaient ; les courants terrestres gênaient beaucoup le service et les employés n'y comprenaient rien ne sachant à quoi attribuer ces désordres. Hier soir, ils ont reçu au bureau du Caire une dépêche de Khartum demandant ce que c'était que la grande lueur rouge qu'on voyait à l'horizon, pensant à un incendie. La ligne télégraphique ne va pas plus au Sud que Khartum, mais il est probable que cette Aurore boréale aura été vue jusqu'à Gondokaro par 5° latitude Nord. Je m'en informerai et vous le ferai savoir si c'est le cas.

Aujourd'hui, pour pouvoir correspondre plus facilement avec la Haute-Égypte, on a renforcé les piles de la ligne. Je tâcherai d'introduire le galvanomètre Siemens dans le circuit pour pouvoir mesurer, si possible, l'intensité de ces courants terrestres.

L'Égypte étant très-sensiblement dans le méridien magnétique, cette position permet d'apprécier mieux qu'ailleurs l'influence des décharges polaires sur les courants perpendiculaires aux courants ordinaires de l'Est à l'Ouest.

Aujourd'hui à trois heures après midi l'aiguille aimantée

est presque revenue à sa position normale, mais dévie encore vers l'Est de 1 à 2 degrés.

Les Arabes ne sont pas tranquilles sur le sort de notre globe ; ils désirent connaître la cause de ce feu étrange qu'ils n'ont encore jamais vu, à ce qu'ils assurent ; cette Aurore a fait l'effet des comètes du moyen âge : elle fera époque.

JACOBI. COURANTS D'INDUCTION PRODUITS DANS LES BOBINES D'UN AIMANT PAR LA ROTATION DEVANT SES PÔLES D'UN DISQUE MÉTALLIQUE. — VIOLLE. MÊME SUJET. (*Comptes rendus*, tome LXXIV, p. 237, n° 4, et p. 323, n° 5, janvier 1872.)

M. H. de Jacobi vient de communiquer à l'Académie des Sciences de Paris des recherches sur les courants d'induction produits dans les bobines d'un électro-aimant entre les pôles duquel un disque métallique est mis en mouvement. En employant un disque de cuivre qu'on faisait tourner devant les pôles d'un électro-aimant qui avait simplement conservé un magnétisme rémanent, on vit un galvanomètre sensible placé dans le circuit du fil de la bobine qui entourait cet électro-aimant, accuser la présence de courants d'induction dans ce fil, plus ou moins forts, et dirigés tantôt dans un sens, tantôt dans un autre. M. de Jacobi conclut de ses diverses expériences que *le disque en mouvement exerce une influence sur les pôles voisins de l'électro-aimant, et donne lieu à des courants d'induction dans les bobines qui l'entourent.* Il ajoute à cette conclusion les deux suivantes :

1° *Que lorsque la vitesse du mouvement est accélérée, ces courants sont contraires au courant de la pile qui imprime ou avait imprimé à l'électro-aimant son magnétisme.*

2° *Que dès que la vitesse du mouvement devient uniforme, ces courants disparaissent, et qu'ils se renversent et prennent une direction dans le sens du courant de la pile quand la vitesse du disque est retardée.*

M. Violle, dans le numéro suivant des *Comptes rendus*, rappelle qu'il était arrivé aux mêmes résultats que M. de Jacobi dans le travail qu'il avait exécuté avec le même appareil Foucault pour déterminer l'équivalent mécanique de la chaleur [1].

Deux autres physiciens, Verdet et M. Soret, s'étaient déjà occupés antérieurement de la même question. Verdet faisait tourner des disques de divers métaux (*argent, cuivre, étain, zinc, plomb, bismuth, antimoine, etc.*) devant les pôles d'un aimant ordinaire en fer à cheval dont chacune des branches était entourée d'une bobine, les fils des deux bobines faisant partie d'un circuit dans lequel se trouvait le fil d'un galvanomètre. La principale différence entre la manière d'opérer de Verdet et celle de M. de Jacobi, était que le premier employait un aimant ordinaire, et le second un électro-aimant possédant un magnétisme rémanent. Comme M. de Jacobi, Verdet avait vu que le courant induit dans le fil des bobines change de sens avec la vitesse de rotation, que ces courants dépendent des variations temporaires qu'éprouve l'intensité de l'aimant sous l'influence des courants qui s'établissent dans la plaque mobile. Il avait constaté l'influence sur l'intensité de ces phénomén es de la conductibilité des métaux dont étaient faites les plaques mises en mouvement, ainsi que celle de la vitesse de rotation. Il avait montré qu'on peut rendre compte de tous les faits observés par les lois de l'induction ordinaire, pourvu qu'on ait égard à l'influence du temps, par laquelle Faraday a expliqué le magnétisme de rotation, et qui est mise en évidence de la manière la plus remarquable par ses propres expériences [2].

M. Soret avait été plus loin encore. Dans un mémoire sur la corrélation de *l'électricité dynamique et des autres forces physiques*, publié en 1858 dans les *Mémoires de la Société de*

[1] Voyez *Annales de Chimie et de Physique*, septembre 1870.

[2] Voyez *Annales de Chimie et de Physique*, 3me série, tome XXXI, p. 203 (année 1851).

Physique et d'Histoire naturelle de Genève, et dont un extrait a paru dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, il décrit une expérience qui conduisait exactement aux mêmes conclusions que celles de M. Violle et de M. de Jacobi.

En faisant tourner très-rapidement une grosse sphère en cuivre rouge devant les pôles d'un électro-aimant, on observait, au moyen d'un galvanomètre placé dans le circuit du courant qui aimantait l'électro-aimant, une augmentation du courant quand on mettait la sphère en mouvement, et une déviation en sens inverse quand la rotation s'arrêtait. M. Soret arrive par ses expériences à reconnaître que, lorsqu'on met la sphère en rotation, tant que sa vitesse va en s'accélérant, il se développe un courant d'induction qui s'ajoute au courant primitif; quand le mouvement est uniforme, l'intensité est la même que si la sphère est immobile; enfin quand la rotation se ralentit, le courant s'affaiblit un peu.

A. D. L. R.

J. Plateau. Une expérience relative a la question de la vapeur vésiculaire.

On appelle état vésiculaire cet état supposé de l'eau, qui consiste dans de petits globules remplis d'air, avec une enveloppe très-mince d'eau, analogue à ce que sont des bulles de savon. Plusieurs physiciens ont admis que cet état était celui de l'eau dans les nuages, tandis que d'autres croient que les nuages sont formées seulement par de très-petits globules d'eau, tenus en suspension au milieu de l'atmosphère par des courants d'air s'élevant du sol. On a donc mis en doute l'existence de l'état vésiculaire.

M. Plateau a engagé M. Duprez, qui s'est beaucoup occupé de l'équilibre des liquides, à faire, d'après ses directions, une expérience décisive sur ce sujet. On a d'abord introduit dans une colonne d'eau suspendue verticalement dans un tube d'un centimètre de diamètre fermé en haut et ouvert en bas,

une petite bulle creuse d'eau de moins d'un millimètre de diamètre, qu'on avait réussi à obtenir au moyen d'un tube capillaire. Pour cela on a transporté cette bulle sous la surface libre de la colonne d'eau suspendue. Aussitôt le contact établi avec cette surface, la petite bulle s'est détachée de l'orifice capillaire, et l'eau qu'elle contenait, pénétrant dans le liquide, a monté à travers celui-ci.

Si maintenant, au-dessous de la surface de l'eau suspendue, on fait monter un courant de vapeur d'eau visible, chacune des vésicules (si cette vapeur visible se compose de vésicules), qui viendrait se mettre en contact avec la surface liquide, devra introduire dans l'eau une bulle d'air microscopique, qui prendra aussitôt un mouvement ascensionnel, de sorte que l'ensemble de ces petites bulles devra former, dans l'eau du tube, un nuage qui s'y élèvera lentement et en altérera la transparence.

C'est cette expérience que M. Duprez a bien voulu essayer sur la demande de M. Plateau. L'eau était suspendue dans un tube en verre de 13^{mm} de diamètre intérieur; un petit vase en métal présentant un orifice de plusieurs centimètres de diamètre et contenant une certaine quantité d'eau, était installé sur une lampe au-dessous de la surface libre de l'eau du tube; l'orifice de la bouilloire était à 12 centimètres environ de cette surface. On a obtenu ainsi un courant de vapeur visible s'élevant vers la surface de l'eau suspendue; mais bien que l'expérience ait été prolongée pendant une demi-heure, aucun nuage ne s'est montré dans l'eau du tube, qui a conservé toute sa transparence.

M. Plateau examine les objections qu'on peut faire contre la conclusion qu'il tire de cette expérience, sur la non-existence de l'état vésiculaire. Il montre que l'air que renfermeraient ces vésicules ne peut se dissoudre dans l'eau qui est déjà saturée d'air, que les vésicules ne peuvent éclater en atteignant la surface de l'eau au lieu d'y pénétrer, puisqu'une expérience faite avec une bulle d'eau creuse a prouvé le

contraire ; enfin que ces vésicules, si elles existent, ne peuvent pas rouler sous la surface de l'eau, ce qui les empêcherait d'y pénétrer, d'autant plus que cette surface étant concave à cause de la capillarité, les vésicules auraient dû rouler vers la sommité de la concavité, et, en s'y accumulant, se mettre ainsi en contact avec la surface liquide.

Ainsi l'absence de toute bulle d'air dans la colonne d'eau dans l'expérience que nous venons de rapporter, semble bien être une preuve évidente que la vapeur visible qui s'échappe de l'eau bouillante, et qui constitue les nuages, ne provient pas de cet état particulier qu'on a nommé *état vésiculaire*.

PINCUS. UNGEWÖHNLICHE OZONBILDUNG. PRODUCTION EXCEPTIONNELLE D'OZONE. (*Agriculturchemische und chem. Untersuch. und Versuche der Versuchsstation zu Insterburg*. Bericht V, 1867; *Poggend. Annalen*, t. CXLIV, p. 480; traduction).

Lorsqu'on fait brûler dans l'air atmosphérique, *avec une flamme aussi petite que possible, grosse à peu près comme une lentille*, de l'hydrogène qui s'échappe d'une fine pointe de métal, on perçoit nettement l'odeur d'ozone. Si l'on recouvre la petite flamme pendant quelques secondes d'un tube de verre froid et propre, l'intérieur de ce verre donne ensuite une odeur d'ozone aussi forte que l'intérieur d'une bouteille de Leyde au moment où elle vient de se décharger. En préparant l'hydrogène avec du zinc et de l'acide sulfurique parfaitement purs, en le faisant même passer par surcroît de précaution par plusieurs appareils laveurs et dessécheurs, non-seulement on n'observe pas de diminution dans la production de l'ozone, mais on obtient même une augmentation de l'odeur qui le caractérise. L'azote ne joue ici aucun rôle, car le même phénomène se produit lorsqu'on fait brûler de l'hydrogène dans de l'*oxygène pur* au moyen d'un appareil construit spécialement à cet effet.

H. Schneebeli. Die Wærme-Verhæltnisse, etc. Les conditions de température dans des colonnes d'air en vibration. (*Poggend. Annalen*, tome CXLIV, p. 335 ; traduction.)

Les remarquables expériences de M. Warburg [1] sur l'échauffement des corps sonores ne purent pas être appliquées aux gaz ou du moins ne donnèrent qu'un résultat négatif. Le frottement interne paraît être trop faible chez eux pour produire un dégagement de chaleur sensible.

Le frottement des gaz contre les parois du tube doit évidemment exercer une grande influence sur les conditions de température d'une colonne d'air vibrante qui s'y trouve enfermée, néanmoins il n'y a point jusqu'ici accord entre l'observation et les résultats des recherches analytiques entreprises par M. Helmholtz [2] et M. Kirchhoff [3] sur ce point.

Les modifications de température produites aux nœuds des colonnes d'air en vibration par les changements de densité ont également échappé jusqu'ici à toute observation directe. Mais on peut en revanche, avec les moyens que la théorie mécanique de la chaleur met à notre disposition, déterminer facilement par une autre voie ces variations de température.

Les recherches expérimentales entreprises par M. Kundt [4] avec le manomètre imaginé par lui à cet effet l'amenèrent à constater aux nœuds des colonnes d'air en vibration des variations de pression qui allaient jusqu'à deux pieds en colonne d'eau. Les variations de température qui en résultent se calculent d'après la formule suivante :

[1] *Poggend. Ann.*, tome CXXXVII, p. 632, et tome CXXXIX, p. 89. — *Archives*, 1869, tome XXXV, p. 44, et tome XXXVI, p. 338.

[2] Verhandlungen des naturhist.-med .Vereins zu Heidelberg, Bd II, 26 Febr. 1863.

[3] *Poggend. Annalen*, tome CXXXIV, p. 177.

[4] *Poggend. Annalen*, tome CXXXIV, p. 563. — *Archives*, 1869, tome XXXIV, p. 348.

$$T' - T = T \left\{ \left(\frac{p'}{p}\right)^{1-\frac{1}{K}} - 1 \right\}$$

dans laquelle on désigne par :

T la température absolue lors de la raréfaction prise en chiffre rond à 290.

T′ la température absolue lors de la compression.

p la pression lors de la raréfaction = 31 pieds d'eau.

p' la pression lors de la compression = 33 »

K le rapport de la chaleur spécifique de l'air; K = 1,41 ; et l'on obtient par cette formule, pour la valeur cherchée, 5,2 degrés.

Quoique ces variations de température soient aussi considérables, et encore ce n'est là, par suite de l'inertie des soupapes, qu'une valeur approchée, il est impossible jusqu'ici de les constater expérimentalement, car l'appareil thermométrique le plus sensible ne pourrait pas suivre les changements de température si rapides des gaz en vibration.

Tschermak. Fluoreszirender bernstein. Ambre fluorescent. (*Mineralogische Mittheilungen*, janvier 1872; *Naturforscher*, 3 février 1872; traduction.)

En 1869 le consul général d'Autriche à Palerme apporta au Musée de Vienne un morceau d'ambre, qui avait été pêché dans la mer à l'embouchure du Simeto près de Catane, et qui attira l'attention de tous les connaisseurs par sa couleur bleue.

Ce morceau possède encore d'un côté son écorce foncée primitive, de l'autre il présente des faces de clivage, en particulier une grande face plane et polie. Dans la lumière transmise ce minéral est couleur de miel, comme de l'ambre ordinaire, mais dans la lumière réfléchie il prend une couleur comparable au bleu de Prusse, et devient trouble. Placé

devant un fond obscur on ne voit dans la lumière incidente que la couleur bleue, mais si on le dispose sur un fond blanc on aperçoit les deux couleurs en même temps, dans les couches les plus épaisses le bleu, dans les couches minces le jaune. La couche-enveloppe fait exception, elle conserve toujours sa couleur jaune.

Le phénomène est plus frappant lorsqu'on l'observe dans la lumière colorée. Si on fait passer la lumière diffuse ou la lumière solaire directe à travers du verre jaune, et qu'on soumette l'ambre à cette lumière jaune, il affecte une couleur jaune parfaitement pure et jouit d'une limpidité et d'une transparence absolues : il demeure aussi tout à fait limpide, lorsqu'on l'expose à la lumière rouge provenant du verre coloré par de l'oxydule de cuivre, ou encore quand on emploie du verre vert; mais si on le soumet à la lumière qui a traversé un verre bleu, l'ambre présente subitement une tout autre apparence. Il est entièrement trouble, excepté la couche-enveloppe qui demeure transparente comme auparavant. La masse trouble est d'une très-belle couleur vert-pomme. Le trouble subit qui se produit sous l'influence des rayons bleus est un phénomène très-surprenant, on croirait voir luire tout à coup en jaune une poussière fine répandue dans l'intérieur de la masse d'ambre.

Le morceau d'ambre se compose d'après cela d'une masse très-fortement fluorescente et d'une couche enveloppe, laquelle ne jouit pas de cette propriété.

W. Stein. Zur theorie der körperfarben. Faits relatifs a la théorie des couleurs des corps. (*Poggend. Annalen*, tome CXLIV, p. 260.)

La théorie des couleurs des corps et les règles qui président à leurs combinaisons constituent un des points les plus obscurs de la physique; dans le mémoire dont nous

rendons compte ici, M. Stein décrit quelques expériences qu'il croit de nature à jeter un peu de jour sur cette question. Il part du point de vue que la lumière comme la chaleur n'est qu'une forme particulière du mouvement des atomes des corps, que ces deux agents ne diffèrent l'un de l'autre que par la rapidité et la régularité plus ou moins grandes de ces mouvements, et peuvent par suite de cela se transformer de l'un dans l'autre, comme on l'observe dans bien des cas. Suivant l'auteur la transformation de chaleur en lumière est fort probablement la principale cause de la déperdition de chaleur qui s'accomplit par la chaleur rayonnante.

Cette hypothèse en entraîne nécessairement une autre, c'est que les atmosphères du soleil et des planètes soient en liaison continue les unes avec les autres, et que ce soit par les atomes très-mobiles des gaz constituants de ces atmosphères que les vibrations lumineuses se transmettent. La nature des corps gazeux est telle que leurs atomes entrent très-facilement en vibrations, mais ils ne deviennent pas pour cela lumineux parce que les mouvements oscillatoires d'atomes isolés ne peuvent être sensibles à notre œil. Pour qu'il y ait impression lumineuse, il faut que les vibrations combinées d'un ensemble d'atomes agissent simultanément sur un espace proportionné à la surface sensible de notre organe visuel. L'auteur appelle cet assemblage d'atomes qui doivent se trouver dans un espace donné pour qu'il y ait visibilité : *molécules optiques*. L'espace interatomique vient-il à dépasser certaines limites le corps ne peut plus former de molécules optiques, il est invisible.

Les molécules optiques sont élémentaires ou composées, ces dernières elles-mêmes sont combinées chimiquement ou simplement mélangées. L'auteur n'a envisagé que les mélanges, surtout ceux de couleurs triples avec du blanc lesquels présentent le plus d'intérêt.

Les couleurs triples sont entre autres le brun et le noir, produites toutes deux, comme le blanc, par le mélange des

trois mêmes éléments, le bleu, le jaune et le rouge en proportions différentes. L'auteur obtint du noir absolu en mélangeant 4,5 gr. d'outremer et 6,0 gr. d'oxyde d'urane jaune avec 1,0 gr. de minium et en humectant le tout d'eau ou d'alcool; sec le mélange était d'un violet sale, ce que l'auteur explique en admettant que les impressions lumineuses, produites par le mélange sec, sont en partie du moins isolées, tandis que l'eau ou l'alcool ont pour effet de produire le mélange moléculaire.

En ajoutant à ce mélange noir un corps blanc, par exemple du carbonate de baryte avec de l'eau, l'auteur obtint du bleu et il l'explique en admettant que des deux mouvements en présence dans le mélange, le noir et le blanc, c'est ce dernier qui l'emporte, que les trois couleurs constituant ce mélange se combinent dans les proportions voulues pour produire le blanc et qu'il reste du bleu en excès. Tout cela est un peu vague et hasardé; il est vrai que le sujet ne semble pas jusqu'ici se prêter facilement à des expériences suivies et catégoriques.

Charles Tomlinson. Sur la manière de se comporter des solutions sursaturées lorsqu'on les expose a l'action de l'air extérieur. (*Proceedings of the Royal Society*, novembre 1871.)

L'auteur cite, comme une preuve remarquable de la différence entre l'air renfermé d'une chambre et l'air extérieur de la campagne, le fait que des solutions salines sursaturées, qui dans le premier cas cristallisent à l'instant même où on les expose au contact de l'air, peuvent rester pendant plusieurs heures dans un jardin, exposées à l'action de l'air extérieur, sans manifester la moindre disposition à cristalliser. Voici la manière dont ses expériences ont été faites : une solution composée de 2 parties de sulfate de soude et d'une partie d'eau a été d'abord portée à l'ébullition, puis

filtrée dans un ballon à col court, de la contenance de 3 à 4 onces, d'environ $^3/_4$ de pouce de diamètre. Après avoir fait bouillir de nouveau et laissé refroidir la solution filtrée, le ballon ayant son ouverture recouverte d'un verre de montre, est transporté au centre d'un grand jardin et posé sur un support. On enlève alors le verre de montre et on examine d'heure en heure l'état de la solution. Les mêmes observations sont répétées plus tard sur la solution transportée dans une chambre fermée, et les différences dans la manière dont elle se comporte sont notées avec soin. Nous renvoyons au mémoire original pour le détail des nombreuses expériences citées par l'auteur, nous nous bornons ici à un résumé des conclusions qu'il croit pouvoir en tirer.

1° Une solution fortement sursaturée de sulfate de soude peut être exposée pendant 12 à 20 heures dans un ballon découvert, à l'air pur de la campagne, sous un ciel nuageux, sans formation des cristaux ordinaires à dix équivalents d'eau.

2° Si la température baisse à environ 4°,4 ou au-dessous, le sel modifié à sept équivalents se forme au fond de la solution, de la même manière que cela a lieu dans un vase couvert.

3° Si la solution exposée à l'air du dehors, cristallise subitement en une masse compacte d'aiguilles, on est certain de trouver un noyau sous forme d'insecte, de suie ou de pointe de charbon.

4° S'il survient de la pluie pendant que la solution est exposée à l'air, le plus souvent elle cristallise subitement par suite de l'action d'un noyau amené par l'eau ; mais si la solution est exposée au dehors à la suite d'une forte averse de nature à entraîner toutes les particules présentes dans l'atmosphère, les gouttes d'eau, dès lors chimiquement propres, tombent dans la solution sans provoquer de cristallisation.

5° Les jeunes feuilles récemment écloses, telles que celles

du groseiller, et autres, peuvent tomber dans la solution sans produire de cristallisation.

6° Lorsque l'évaporation est faite par un ciel clair et sans nuages, les solutions, après avoir été exposées à l'air pendant quelques heures, laissent précipiter des groupes de beaux cristaux du sel à dix équivalents, ainsi que cela a lieu lorsqu'on fait évaporer lentement une solution saturée dans un vase ouvert.

7° Si après que la solution a été exposée à l'air du dehors, on la transporte dans une chambre, elle cristallise immédiatement sous l'action de noyaux aériens.

Des solutions sursaturées de sulfate de magnésie et d'alun ont donné des résultats analogues aux précédents. Ces résultats sont encore plus marqués lorsqu'on expose les solutions à l'air à une grande distance de toute habitation. L'auteur a constaté que, dans ce cas, des solutions sursaturées de sulfate de soude et d'alun ont pu être exposées pendant demi-heure dans des vases très-peu profonds à l'action d'un fort vent, sans formation de cristaux. Il suffisait alors de toucher la solution du bout du doigt pour qu'ils parussent à l'instant même.

L. Schönn. Zur passivitæt, etc. Sur la passivité du fer. (*Pogg. Ann.*, supplément, tome V, p. 319.) — Le même. Passivité de l'étain et du cadmium. (*Fresenius Zeitschrift*, 10me année, n° 3; *Naturforscher*, 6 janvier, 1872.)

Pour rendre le fer passif, c'est-à-dire faire qu'il ne soit pas attaqué dans une solution acide qu'il décomposerait en toutes autres circonstances, il n'est pas nécessaire de former un couple fer-platine, en plongeant un morceau de platine dans la solution et le mettant en dehors de celle-ci en contact avec le fer; il suffit d'envelopper le morceau de fer avec du fil de platine et de les plonger tous deux dans l'acide.

Dans ces conditions on détruit l'état passif en touchant le

fer ou le til de platine dans l'intérieur de la solution avec un métal fortement électronégatif, tel que du zinc. Le fer qui, en contact avec du platine, est positif, devient négatif dès qu'il a touché le zinc; lorsque c'est le platine qu'on a touché avec le zinc, le platine et le fer deviennent tous deux négatifs.

M. Schönn a réussi aussi à rendre le fer passif en le mettant en contact avec un corps fortement électropositif non métallique, le charbon. En touchant le charbon ou le fer avec du zinc, on rend ce dernier de nouveau actif, comme dans l'autre cas.

L'observation faite sur le fer s'étend à l'étain et au cadmium; l'auteur a reconnu qu'un morceau d'étain ne décompose pas une solution d'acide azotique ayant une pesanteur spécifique égale à 1,42, lorsqu'il est en contact avec du platine, tandis qu'il le décompose énergiquement lorsqu'il est seul. Il en est de même pour le cadmium, seulement dans une solution un peu plus concentrée, ayant une pesanteur spécifique égale à 1,47. Si on étend cette solution, le cadmium commence alors à la décomposer malgré le platine. Par analogie avec ce qui se passe pour le fer et l'étain, on peut conclure que le cadmium seul ne décompose plus les solutions d'acide azotique dont la pesanteur spécifique est très-peu supérieure à 1,47.

Le contact du corps électro-positif produit le même effet qu'une augmentation de concentration, et on peut facilement évaluer l'équivalent de cette action en augmentation de concentration.

L. Schönn. Ueber die Anwendung, etc. Sur l'emploi de lentilles cylindriques pour les observations spectroscopiques. (*Poggend. Annalen*, t. CXLIV, p. 334; traduction.)

Comme dans les observations spectroscopiques on a toujours à faire à des lignes lumineuses droites, et que les rayons

tombant sur le prisme n'ont pas besoin d'être parallèles entre eux, pourvu qu'ils soient dans des plans parallèles, il me semble qu'il est beaucoup plus avantageux de régler la forme des lentilles suivant le but qu'on se propose, soit de se servir de lentilles cylindriques, tant pour l'appareil spectral lui-même que pour éclairer la fente dans le cas où on veut projeter le spectre. J'ai reconnu, à l'aide d'une série de recherches préliminaires, qu'on obtient de la sorte des spectres nets, pour la production desquels le prisme est utilisé en entier. Peut-être serait-il aussi fort avantageux de donner une autre disposition au spectroscope, telle, par exemple, que les images de la fente soient horizontales, car les yeux, du moins c'est le cas des miens, distinguent plus nettement les lignes horizontales.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

M. St.-Clair-Gray. On the origin of nervous force. Sur l'origine de la force nerveuse. (*Philosophical Magazine*, décembre 1871.)

L'auteur avait déjà montré, en août 1871, lors de ses recherches sur l'origine du fluide nerveux, que l'action d'une solution de potasse caustique sur le soufre et le phosphore, donnait lieu au développement d'un courant électrique, donc d'un pouvoir électromoteur supérieur à celui d'un élément de Daniel, dans le rapport de 4 à 3. M. St.-Clair-Gray, partant de l'hypothèse qu'il existe effectivement dans le fluide nerveux un élément électrique, croit en avoir trouvé la source dans le soufre et le phosphore qui entrent dans la composition normale du corps humain. On sait, en effet, qu'on trouve dans le cerveau une quantité considérable de phosphore, et dans le foie une grande quantité de soufre, ces deux substances se trouvant mises en communication par la circulation constante d'un liquide alcalin. Pour dé-

montrer l'existence d'un courant électrique entre le cerveau et le foie, l'auteur a fait l'expérience suivante. Après avoir préparé, d'après la méthode indiquée par Mateucci, la patte d'une grenouille pour servir de galvanomètre, il administra à un lapin du poids de 21 onces une quantité de chloroforme suffisante pour amener une anasthésie complète. Ayant alors pratiqué une incision à travers les parois abdominales dans la région hypochondriaque droite, il fit passer par cette ouverture, et jusque dans le foie, un fil de cuivre convenablement isolé. Il perça ensuite le globe de l'œil et put ainsi introduire un fil de même nature jusque dans le cerveau. Les extrémités libres des deux fils de cuivre ayant été mis en contact avec le nerf sciatique de la grenouille, aussitôt de fortes convulsions ont apparu dans les muscles qui reçoivent leur mouvement du nerf en question.

L'auteur, ayant ainsi démontré expérimentalement l'existence d'un courant électrique entre le cerveau et le foie, croit pouvoir attribuer la plus grande partie, sinon la totalité de ce courant, à l'action du milieu alcalin sur le soufre et le phosphore que renferment ces organes. M. Gray ne nie pas qu'il existe dans l'économie animale d'autres sources d'électricité, mais son opinion, que celle-ci peut être regardée comme l'une des principales, est basée sur le fait que la quantité d'acide phosphorique excrété par les reins sous la forme de phosphates de soude, de potasse, de chaux et d'ammoniaque dépasse, en moyenne, 72 grains par jour, tandis que la quantité d'acide sulfurique, sous la forme de sulfate de soude et de potasse ne peut guère être évaluée au-dessous de cent grains; les produits de l'oxydation du soufre et du phosphore étant tirés principalement des deux organes dans lesquels ils se trouvent être les plus abondants. C'est en se fondant sur ces considérations que l'auteur envisage le nerf sympathique, avec ses embranchements et ses ganglions, non comme un système isolé, mais comme faisant partie d'un grand système nerveux général. C'est à cette

portion du système nerveux que serait assigné, d'après lui, la fonction de guider et de régler les mouvements involontaires de la fibre musculaire. Elle recevrait de la source commune sa puissance « nervo-motrice, » mais en modifierait l'application de manière à l'adapter à ses propres besoins. M. St.-Clair-Gray émet, en terminant, l'opinion qu'il ne serait point impossible qu'on arrivât une fois à constater dans les grandes cavités séreuses, telles que le péritoine, la plèvre, le péricarde et l'encéphale un développement d'électricité analogue sous plusieurs rapports à celui que fournit la bouteille de Leyde.

P. Bert. Sur les phénomènes et les causes de la mort des animaux d'eau douce que l'on plonge dans l'eau de mer. (Deux notes à l'Institut. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 7 et 14 août 1871.)

Un grand nombre d'expériences, dont M. Bert donne le résumé, lui ont d'abord démontré que la durée de la survie des animaux d'eau douce que l'on plonge dans l'eau de mer varie, selon les espèces, de quelques minutes à plusieurs heures et même à plusieurs mois. Les chiffres que donne M. Bert sont relatifs à une température moyenne de 15 à 16 degrés; les animaux résistent d'autant plus longtemps que l'eau est plus froide.

Les phénomènes qui précèdent et accompagnent la mort varient selon qu'il s'agit d'un poisson écailleux muni de branchies, ou d'un animal à peau nue, sans branchies.

Les grenouilles (peau nue, pas de branchies) meurent par dessication ; les cyprins (corps écailleux, des branchies) quand ils meurent rapidement, meurent par arrêt brusque de la circulation branchiale, et quand ils meurent lentement, par trouble progressif des conditions de l'hématose. Chez les autres animaux, comme les anguilles, les têtards de batraciens, les crustacés, ces deux causes de mort interviennent avec

des degrés divers d'intensité. Tout ceci est dû à des phénomènes d'exosmose, qui enlèvent de l'eau, soit immédiatement aux branchies, soit médiatement au système nerveux central.

Recherchant quels sont dans l'eau de mer les sels les plus nuisibles aux animaux d'eau douce qui y sont plongés, M. Bert trouve que la mort, en définitive, est due aux chlorures.

Si l'on se demande d'où vient l'inégalité dans la survie d'un véron par exemple, et d'une anguille, il faut répondre qu'elle est due à des différences dans la composition chimique des épithéliums branchiaux et dans les propriétés exosmotiques de ces épithéliums.

La raison fondamentale de la mort ou de la survie des poissons d'eau douce que l'on plonge dans l'eau de mer réside donc dans les propriétés physico-chimiques des parois branchiales. C'est à cette même conséquence générale que M. Bert est conduit par ses recherches sur la mort des poissons d'eau de mer que l'on plonge dans l'eau douce.

Dr P.

P. Bert. Recherches expérimentales sur l'influence que les changements dans la pression barométrique exercent sur les phénomènes de la vie. (Deux notes à l'Institut. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences.* 17 juillet et 21 août 1871.)

Dans ces deux notes, M. le professeur P. Bert rend compte d'expériences relatives à l'influence de la pression barométrique qu'il a faites avec le concours de M. le Dr Jourdanet au moyen de vastes appareils que desservent des machines à vapeur, installés dans le laboratoire de Physiologie de la Sorbonne. Ses résultats principaux sont les suivants :

Lorsqu'on diminue brusquement la pression à laquelle est soumis un vertébré à sang chaud jusqu'à l'abaisser à 15 ou

18 centimètres de mercure, on voit l'animal bondir, être pris de convulsions et succomber rapidement, avec une écume sanguinolente dans les bronches. La mort arrive également vite que la cloche où est enfermé l'animal soit close ou qu'elle soit traversée par un courant d'air continu : dans le premier cas, l'air ambiant est à peine altéré, dans tous les deux, le sang est noir dans les cavités gauches du cœur.

Mais si l'on abaisse graduellement la pression, on peut, avec des précautions suffisantes et en renouvelant activement l'air dès le début de l'expérience, arriver à faire vivre des animaux, pendant un temps notable, à de très-faibles pressions. Ils finissent alors, si l'on ferme la cloche, par mourir d'asphyxie ; or la composition de l'air dans lequel ils périssent varie considérablement avec la pression.

La quantité d'oxygène qui reste dans l'air après la mort est d'autant plus grande que la pression est plus faible. La quantité du CO^2 formé varie en sens inverse.

Si l'on examine de plus près, on constate que les modifications ne commencent guère à se produire que vers 55 centimètres de pression, ce qui correspond environ à 2000 mètres d'altitude. Elles suivent alors une marche assez régulièrement progressive jusqu'au niveau des pressions de 30 centimètres et au-dessous où les phénomènes s'accentuent davantage.

Soumettant d'autre part des animaux de diverses espèces (moineaux-francs, rats, grenouilles, etc.) à une pression s'élevant jusqu'à 9 atmosphères dans un vase offrant la capacité d'un litre, M. Bert a observé que :

L'augmentation de la pression, si rapidement qu'on la produisît, ne paraissait exercer sur l'animal presque aucune impression : on voyait seulement la respiration se ralentir jusqu'au moment où commençaient les phénomènes propres à l'asphyxie ; ceux-ci ne paraissaient avoir rien de particulier et l'animal succombait sans convulsions avec une température interne de 22 à 27 degrés, c'est-à-dire à peine supé-

rieure à celle de l'air ambiant. Si la pression était supérieure à 2 atmosphères, on trouvait le sang très-rouge non-seulement dans les artères, mais dans les veines, et si l'on avait dépassé 5 atmosphères de nombreuses bulles de gaz dans les cavités droites du cœur, gaz qui ne s'étaient dégagés qu'au rétablissement de la pression normale.

Plus la pression est forte, moins l'animal altère l'air qu'il a à sa disposition. C'est cependant entre 1 et 2 atmosphères que l'oxygène est le plus épuisé. M. Bert montre de plus par le calcul que, en considérant la composition de l'air mortel aux pressions de 2 atmosphères, la valeur de la pression de l'acide carbonique produit pendant l'expérience est toujours la même. Aussi peut-il conclure que : un moineau périt nécessairement quand il a dans son sang veineux une quantité d'acide carbonique capable de faire équilibre à la pression de 26 à 28 pour cent d'acide carbonique contenu dans l'air extérieur, quelle que soit d'ailleurs la quantité d'acide carbonique que contiennent l'air et le sang. Pour les mammifères, le chiffre proportionnel paraît devoir être élevé à 28 ou 30, mais pour les reptiles il s'abaisse de 15 ou 16.

Les oiseaux enfermés dans le récipient d'un litre meurent lorsqu'ils ont formé 260 à 280 centimètres cubes d'acide carbonique, ce qui paraît se faire à peu près dans le même temps sous toutes les pressions. Ce fait explique pourquoi l'air pur injecté dans le récipient ne les soulage pas lorsqu'ils asphyxient, puisque la proportion d'acide carbonique varie exactement en sens inverse de la pression, et par suite conserve la même action nuisible; au contraire, en laissant échapper de l'air, on soulage l'animal qui asphyxie, car si l'on ne change pas la proportion centésimale de l'acide carbonique de l'air, on diminue du moins évidemment sa pression sur l'acide carbonique du sang.

Les recherches de M. Bert lui font admettre comme conclusion générale: que les modifications dans la proportion du gaz du sang peuvent tuer un animal de trois manières :

1° par insuffisance d'oxygène (confinement dans l'air à la pression de 1 atmosphère et au-dessous); 2° par excès d'acide carbonique (pression de deux atmosphères et au-dessus); 3° à la fois par excès d'acide carbonique et par insuffisance d'oxygène (pressions intermédiaires entre 1 et 2 atmosphères). Dr P.

BOTANIQUE.

Delpino. Fécondation dans les Conifères.

M. Delpino vient de publier une continuation de ses recherches sur la dichogamie, sous le titre de *Ulteriori osservazioni sulla dichogamia nel regno vegetabile. (In-8°, parte seconda, fasc. 1, Milano, 1870).* En parlant des plantes anémophiles, c'est-à-dire dans lesquelles le pollen est transporté par le vent, il explique comment les grains de pollen des Conifères pénètrent jusqu'à l'orifice des ovules qui sont cachés à l'aisselle des écailles formant le jeune cône. Dans les pins et les sapins la forme des écailles et de la bractée extérieure permet l'introduction des grains de pollen par de petits canaux ou interstices longitudinaux. Dans le groupe des *Taxus* et *Cupressus* l'orifice de chaque ovule (soit de chaque fleur femelle, selon l'ancienne opinion sur les Gymnospermes) produit une gouttelette perlée, dans laquelle viennent tomber fréquemment des grains de pollen. Cette gouttelette est ensuite résorbée et avec elle les boyaux polliniques, développés par le contact du liquide, pénètrent dans l'ovule. M. Delpino se trouve ainsi avoir confirmé, sans s'en apercevoir, les observations de notre compatriote Pierre Vaucher, dans le 4me volume de sa Physiologie des plantes d'Europe, publié en 1841. Ce savant dit expressement au sujet des ifs, soit *Taxus*, page 184 : « Le pollen s'échappe par nuages au moment où la fleur femelle fait sortir de son extrémité une guttule transparente d'un fluide qui absorbe les globules polliniques des fleurs mâles. » Il mentionne la même goutte-

lette dans les *Juniperus* (p. 191), dans les *Thuya* (p. 193), les *Cupressus* (p. 195), il est vrai sans parler des grains de pollen. Enfin (p. 203), il décrit la pénétration des grains de pollen par les interstices du cône des sapins jusqu'à l'orifice des stigmates, c'est-à-dire de l'ovule, selon les expressions modernes. Le *Cryptomeria japonica*, qu'on ne cultivait pas encore à l'époque de Vaucher, est une des Conifères où M. Delpino a le mieux vu les gouttelettes et les grains de pollen qui pénètrent par leur résorption. Vaucher avait supposé une action analogue des humeurs appelées nectar, pour faire éclater les grains de pollen et produire la fécondation dans un grand nombre d'autres phanérogames. En cela il s'est fréquemment trompé, mais pour ce qui concerne les Gymnospermes il était complétement dans le vrai, comme le prouvent les observations de M. Delpino, faites trente ans plus tard.

Delpino. Studi sopra un lignaggio anemofilo delle Composte, etc. Études sur une descendance anémophile des composées du groupe des Artémisiacées. (Br. in-8. Florence, 1871.)

L'auteur a poursuivi ses recherches intéressantes sur les plantes *zoïdiophiles* et *anémophiles*, c'est-à-dire dont le pollen est transporté habituellement par des animaux ou par le vent. Il a été surpris de trouver, dans la grande et uniforme famille des Composées, une subdivision dans laquelle la fécondation s'opère par l'agence du vent, tandis que généralement elle a lieu par les insectes. Comme il attache beaucoup d'importance aux fonctions, il étend le nom d'*Artémisiacées* à toutes les Composées anémophiles, c'est-à-dire aux *Ambrosiées* et *Xanthiées*, qui ont comme les *Absinthiées* un pollen lisse et volatil, et comme la dispersion du pollen est plus ou moins facilitée par certaines formes ou directions des têtes de fleurs, il constitue quelques genres nouveaux et sous-

genres sur ces caractères d'inflorescence. Inutile de discuter cette innovation, dont le principe, s'il était admis, changerait singulièrement les classifications en zoologie et en botanique. La nature du pollen dans les Artémisiacées ainsi définies se trouve liée à l'absence de rayons plus ou moins développés et colorés et aussi à l'absence de sécrétion nectarienne au fond de chaque fleur, de telle sorte que rien n'attire les insectes. M. Delpino, qui est à la fois darwinien prononcé et partisan non moins convaincu des causes finales, voit dans ces coïncidences d'organisation une preuve de cette dernière théorie. Il aurait pu dire : toute Composée qui naîtrait organisée de telle façon que son pollen ne pût pas arriver sur des stigmates de la même espèce, serait monstrueuse et ne pourrait pas vivre plus que la vie de l'individu, donc toute Composée ayant vécu de génération en génération doit présenter au moins un procédé quelconque de fécondation et pourrait en avoir plusieurs. L'absence de toute réflexion sur l'enchaînement forcé de certains faits est assez inattendue chez un naturaliste de l'école moderne qui connaît parfaitement la naissance fréquente de monstruosités et admet la transmutation des formes dans la série des temps. Sur ce dernier point les idées de M. Delpino sont aussi avancées que possible dans le sens darwinien. Il va même jusqu'à essayer de construire l'arbre généalogique des Composées et familles voisines, d'après leur filiation supposée. Sans doute il y met beaucoup de restrictions et de précautions, déclarant qu'on n'a pas assez de preuves et qu'il y a beaucoup d'hypothèses dans la descendance imaginée, mais, comme les opinions émises sont ingénieuses, nous nous faisons un plaisir de les signaler à nos lecteurs.

Les principes sur lesquels M. Delpino se fonde pour établir l'âge relatif des formes sont résumés dans le passage suivant (p. 70) : « Les caractères *héréditaires* se distinguent en *patristici* (des parents), qui continuent, et *atavici* (des aïeux), qui sont intermittents. Les caractères *néomorphes* se

subdivisent en positifs et négatifs. Sont *néomorphes positifs* ceux qui se manifestent tout à coup dans une génération et qui n'existaient pas dans les précédentes, et *néomorphes négatifs* ceux qui, ayant existé chez les prédécesseurs, cessent tout à coup de se montrer. Jusqu'à ce qu'on parvienne à distinguer par un critère infaillible les caractères continuatifs, intermittents et néomorphes, il sera impossible d'établir des généalogies parfaites et incontestables. Les caractères néomorphes positifs marquent le commencement d'une lignée plus développée, les négatifs d'une lignée appauvrie. Les principes sont faciles et simples, l'application en est difficile. »

Cherchant cependant à faire cette application aux Composées et groupes voisins, M. Delpino croit pouvoir admettre comme caractères néomorphes, neuf caractères d'inflorescence et de nature du pollen, qui n'existent pas dans toutes ces plantes, en particulier ceux qui distinguent des Artémisiacées. Il arrive ainsi à penser que les *Campanulacées* ont engendré les *Lobéliacées*, celles-ci les *Composées*, parmi lesquelles les *Senecionidées* auraient produit le genre *Absinthium*, lequel par certaines transitions qu'il énumère aurait produit le genre *Iva*, d'où les *Ambrosia* et *Franseria*, et ces dernières les *Xanthiées*.

L'abondance actuelle des Composées, relativement aux époques géologiques antérieures, est mentionnée comme un indice de formation récente. L'argument n'est pourtant pas aussi solide qu'il semble. Il repose sur les faits observés seulement dans l'hémisphère boréal, tandis que dans l'autre hémisphère, le cap de Bonne Espérance, la Nouvelle Hollande et une partie de l'Amérique, qui ont énormément de Composées, étaient émergés déjà depuis des temps reculés, pendant lesquels l'Europe était sous les eaux en voie de formation. Les Composées ont pu se répandre d'anciens continents sur des nouveaux. Alph. DC.

De Wojeikoff. Effets du déboisement sur le cours du Wolga.

On a toujours admis que les forêts doivent retenir l'eau de pluie et de neige, par l'effet de leurs racines, de leur ombre et des feuilles mortes accumulées sur le terrain, d'où, il résulterait un écoulement moins rapide et moins irrégulier par les cours d'eau. Malheureusement les observations ne permettent pas souvent de constater avec précision ce phénomène; mais pour la région du Wolga, un physicien russe, M. de Wojeikoff a publié, dans le journal autrichien de météorologie (*Zeitschrift der Œsterr. Gesellsch. für Meteorol.* du 1er décembre 1870), un résumé curieux des documents obtenus par la Société russe de géographie, sur les eaux du fleuve à Astrakan, de 1830 à 1867. En calculant, par moyennes de dix années, l'intervalle entre la fonte des glaces et le jour du maximum d'élévation du fleuve, cet intervalle a diminué régulièrement. Le maximum moyen a augmenté, mais moins régulièrement, et seulement si l'on considère des périodes de vingt ans au lieu de périodes décennales.

Voici les chiffres :

	Jours écoulés entre la débacle et les hautes eaux.	Jours écoulés entre la débacle et le maximum.	Maximum d'élévation en pouces du limnimètre.
1830—37	39	86	104
1838—47	36	87	90
1848—57	33	79	114
1858—67	24	76	118

Les *hautes eaux* doivent s'entendre du moment où le fleuve atteint le zéro du limnimètre.

Pendant toute la période, surtout dans les dix dernières années, on a détruit d'immenses forêts sur les bords du Wolga et de ses affluents. La neige dure vingt à trente jours de moins sur les terrains dénudés qu'à l'ombre des forêts.

Les chiffres ne prouvent rien au sujet de la question souvent débattue de l'influence des forêts sur la quantité de pluie. « On sait seulement, dit M. de Wojeikoff, que le niveau de la mer Caspienne s'est élevé sensiblement dans ces dernières années. Cela résulte des observations faites à Baku. »

A. Grisebach. Die Vegetation der Erde.... La végétation de la terre selon les divers climats. (2 volumes in-8°, 1872.)

M. le professeur Grisebach publie, sous ce titre, deux volumes de géographie botanique où se trouvent classés et exposés un très-grand nombre de faits relatifs à toutes les parties du globe. L'ordre qu'il a suivi est très-différent de celui de M. de Candolle dans sa Géographie botanique raisonnée. C'est l'ordre des pays, c'est-à-dire des régions géographiques et physiques, autant qu'on peut les distinguer, d'une manière générale, sans s'arrêter aux transitions ni aux exceptions locales. L'auteur distingue ainsi vingt-quatre régions, et donne pour chacune les principaux faits qu'on a pu constater sur leur végétation. M. de Candolle était parti, au contraire, de la considération des groupes appelés espèces, genres, familles, etc., pour étudier la distribution géographique de chacun d'eux, ainsi que les questions qui s'y rattachent, comme les transports d'espèces, les naturalisations, l'étendue des surfaces occupées, l'origine des espèces, etc. La flore des pays était traitée d'une manière succincte. L'ouvrage de M. Grisebach sera utile surtout aux voyageurs. Ils trouveront dans les appendices la citation détaillée des sources qu'il peut leur convenir de consulter, indépendamment du résumé de l'auteur sur chaque pays.

En s'appuyant sur les données physiques, M. Grisebach énumère, avons-nous dit, 24 régions, qui sont représentées sur une carte planisphère. Il ne distingue pas les chaînes de

montagnes, dont le climat et la flore sont évidemment tout autres que dans les plaines adjacentes. Les groupes d'îles éloignées des côtes forment la 24me région, qui n'a rien d'homogène, puisqu'elle comprend les îles Açores, Madère, Canaries, Madagascar, Bourbon, etc., les îles Fidji, Sandwich, la Nouvelle Zélande, les Galapagos, Fernandez et les îles de la mer antarctique. Cela seul montre à quel point une division naturelle par régions est difficile à établir, d'autant plus que bon nombre de petites îles ont de hautes montagnes sur lesquelles le climat et la flore présentent des caractères particuliers. Il y a cependant des avantages pratiques dans les considérations spéciales de chaque subdivision, même arbitraire, de la surface terrestre. On saisit mieux les faits tels qu'ils doivent se présenter à l'observateur et les documents locaux sont mieux utilisés. Les recherches antérieures de M. Grisebach l'avaient bien préparé à ce genre de travail et nous sommes persuadés qu'un grand nombre de personnes trouveront dans son ouvrage un véritable intérêt de curiosité et d'instruction.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE JANVIER 1872.

Le 3, neige dans la matinée, hauteur 25mm ; brouillard le soir.
4, brouillard tout le jour.
6, brouillard le soir.
8, forte gelée blanche.
9, neige dans l'après-midi, hauteur 15mm.
12, neige dans la matinée, hauteur 73mm ; brouillard tout le jour
13, brouillard tout le jour.
14, brouillard jusqu'à 5h après midi ; clair le soir.
15, brouillard tout le jour.
16, quelques flocons de neige mêlés à la pluie.
17, brouillard une partie de la journée.
20, id. id.
21, id. id., forte gelée blanche le matin ; hale lunaire dans la soirée.
22, brouillard épais tout le jour, avec dépôt de givre.
23, brouillard une partie de la journée.
24, brouillard tout le jour.
25, brouillard dans la matinée.
26. brouillard presque tout le jour.
27, id. id.
28, id. id.
31, brouillard le soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm
Le 1er à 10 h. matin	732,04
6 à 10 h. matin	726,68
13 à 10 h. matin	733,90
21 à 8 h. soir	723,76
29 à 10 h. matin	731,29

MINIMUM.	mm
Le 5 à 2 h. après m.	721,53
9 à midi	713,65
19 à 6 h. soir	710,31
24 à 2 h. après m.	709,19
30 à 2 h. après m.	727,36

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale.	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation en millièmes. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation en millièmes. Minim	Fract. de saturation en millièmes. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	o	o	o	o	millim.	millim.					mm.				o	o	cm.
1	731,41	+ 3,53	+ 1,26	+ 1,62	— 1,5	+ 2,2	4,07	+0,04	801	— 69	730	890	...	...	N. 1	0,93	—	—	80
2	730,49	+ 2,61	— 2,17	— 1,78	— 5,3	+ 3,9	3,37	—0,66	858	— 12	690	1000	...	...	variable	0,18	3,3	— 2,1	80
3	730,88	+ 3,01	— 1,06	— 0,64	— 5,0	+ 1,2	4,04	+0,01	930	+ 59	830	1000	2,2	5	SSO. 1	0,97	3,8	— 1,6	80
4	728,57	+ 0,70	— 0,77	— 0 33	— 2,3	+ 1,5	3,97	—0,07	915	+ 44	760	990	...	...	S. 1	0,98	3,9	— 1,5	79
5	723,06	— 4,80	+ 5,93	+ 6,39	+ 0,4	+ 9,4	5,22	+1,18	735	—136	580	890	2,6	3	O. 1	0,97	4,3	— 1,0	78
6	725,64	— 2,22	+ 5,31	+ 5,79	+ 3,8	+ 9,5	6,03	+1,99	922	+ 51	720	1000	12,6	12	SO. 1	1,00	—	—	77
7	725,00	— 2,85	+ 2,67	+ 3,17	+ 0,8	+ 6,6	5,24	+1,19	937	+ 66	870	990	...	...	variable	0,66	—	—	77
8	715 44	—12,41	+ 1,56	+ 2,08	— 0,6	+ 3,7	4,23	+0,18	824	— 47	650	950	1,6	3	SSO. 1	0,86	4,3	— 0,9	77
9	714,86	—12,98	+ 0,83	+ 1,36	— 0,5	+ 4,7	3,86	—0,20	779	— 92	580	920	1,3	3	SO. 1	0,87	4,2	— 0,9	83
10	727,00	— 0,84	+ 0,13	+ 0,66	— 2,3	+ 2,9	3,73	—0,34	806	— 65	700	920	0,8	2	N. 1	0,54	4,3	— 0,8	83
11	731,28	+ 3,45	— 4,11	— 3,58	— 8,1	— 1,0	2,95	—1,13	859	— 11	780	940	...	...	SE. 1	0,83	—	—	77
12	731,79	+ 3,96	— 1,21	— 0,68	— 3,4	+ 0,5	2,86	—1,23	911	+ 41	820	980	4,8	6	SO. 1	1,00	3,7	— 1,3	77
13	733,00	+ 5,17	+ 0,28	+ 0,80	— 2,0	+ 2,0	4,48	+0,38	947	+ 77	830	1000	...	...	SO. 1	1,00	3,8	— 1,2	76
14	728,56	+ 0,74	+ 1,07	+ 1,58	— 0,5	+ 2,9	4,71	+0,60	944	+ 74	860	980	1,0	1	ONO. 1	0,68	—	—	76
15	726,29	— 1,53	— 0,62	— 0,12	— 1,9	+ 3,0	4,22	+0,10	976	+106	890	1000	...	...	S. 1	1,00	4,0	— 0,9	—
16	725 66	— 2,15	— 0,04	+ 0,44	— 2,4	+ 2,2	4,38	+0,25	950	+ 81	820	1000	0,1	1	variable	0,98	4,1	— 0,8	80
17	726,04	— 1,76	+ 2,03	+ 2,49	— 1,5	+ 5,9	5,08	+0,94	951	+ 83	850	1000	11,2	10	S. 1	0,62	4,2	— 0,7	—
18	718,20	— 9 58	+ 3,43	+ 3,87	— 2,1	+ 7,7	4,69	+0,34	777	— 90	630	910	0,3	2	SSO. 1	0,91	4,2	— 0,7	80
19	712,07	—15,68	+ 1,57	+ 1,99	— 0,5	+ 5,2	4,63	+0,47	895	+ 19	800	980	...	...	SO. 1	0,79	4,3	— 0,5	80
20	715,39	—12,32	+ 1,18	+ 1,57	— 2,2	+ 8,8	4,26	+0,09	850	— 15	660	980	..	...	SSO. 1	0,51	4,4	— 0,4	81
21	723,19	— 4,48	— 0,54	— 0,18	— 3 3	+ 3,0	3,96	—0,21	892	+ 28	710	1000	...	...	SO. 1	0,69	—	—	80
22	721,23	— 6,40	— 2,10	— 1,78	— 3,7	— 1,2	3,97	—0,21	999	+136	990	1000	...	...	SO. 1	1,00	3,7	— 1,1	75
23	714,86	—12,72	+ 0,15	+ 0,43	— 2,6	+ 2,8	4,56	+0,38	971	+109	860	1000	...	...	variable	1,00	3,7	— 1,1	74
24	710,27	—17,27	+ 5,59	+ 5,83	+ 2,1	+ 9,0	6,21	+2,02	904	+ 43	630	1000	40,0	18	N. 1	1,00	3,8	— 0,9	82
25	714,36	—13,14	+ 2,01	+ 2,20	+ 0,3	+ 8,4	5,42	+1,22	965	+ 95	830	1000	8,7	7	variable	0,76	3,9	— 0,8	86
26	718,70	— 8.77	+ 1.72	+ 1,87	+ 0,3	+ 7,2	5,15	+0,95	990	+131	870	1000	0,3	1	S. 1	0,96	4,0	— 0,7	89
27	722,91	— 4,53	+ 2,56	+ 2,67	— 0,4	+ 4,8	5,39	+1,18	964	+106	890	1000	4,7	5	SO. 1	0,94	4,1	— 0,6	88
28	726,51	— 0,90	+ 2,41	+ 2,48	— 0,2	+ 4,9	5,12	+0,90	929	+ 72	830	1000	1,3	4	NE. 1	0,94	—	—	88
29	730,52	+ 3,12	+ 2,02	+ 2,04	+ 0,3	+ 5,0	4,28	+0,06	798	— 58	430	950	...	...	N. 1	0,59	4,3	— 0,4	91
30	727,86	+ 0.50	— 0.08	— 0,10	— 1,9	+ 4,1	3,86	—0,37	857	+ 2	730	950	...	...	N. 1	0,50	4,3	— 0,4	92
31	731,09	+ 3,77	— 1,78	— 1,86	— 2,7	0,0	3,80	+0,43	950	+ 95	850	1000	...	...	SE. 1	1,00	4,2	— 0 5	90

MOYENNES DU MOIS DE JANVIER 1872

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	725,13	725,44	725,70	725,19	724,71	725 00	725,32	725,61	725,69
2e »	724,87	725,11	725,44	724 94	724,39	724 41	724 47	724,60	724,63
3e »	721,61	722,12	722,38	722,09	721,48	721,69	722,13	722,61	722,77
Mois	723,80	724,15	724,44	724,01	723,46	723,64	723,92	724,22	724,31
Température.									
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade	+ 0,56	+ 0,66	+ 1,47	+ 2,64	+ 2,81	+ 2,63	+ 1,48	+ 1,38	+ 1,40
2e »	— 1,64	— 1,38	+ 0,56	+ 2,13	+ 2,72	+ 2,32	+ 1,28	+ 0,37	— 0,05
3e »	+ 0,19	+ 0,26	+ 1,00	+ 2,13	+ 3,17	+ 2,49	+ 1,81	+ 1,17	+ 0,73
Mois	— 0,28	— 0,14	+ 1,01	+ 2,30	+ 2,91	+ 2,48	+ 1,54	+ 0,98	+ 0,69
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	4,23	4,21	4,45	4,59	4,64	4,51	4,40	4,31	4,28
2e »	3,93	4,01	4,38	4,44	4,54	4,51	4,50	4,38	4,36
3e »	4,32	4,41	4,72	4,89	4,80	5,02	4,94	4,80	4,66
Mois	4,16	4,21	4,52	4,65	4,66	4,69	4,62	4,51	4,44
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade	880	869	866	825	804	812	860	844	834
2e »	956	959	913	847	813	839	892	925	948
3e »	931	941	948	904	825	895	935	954	957
Mois	923	924	910	860	815	850	897	909	915

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre
	°	°		°	mm	cm
1re décade	— 1,25	+ 4,56	0,80	4,01	20,5	79,4
2e »	— 2,46	+ 3,72	0,83	4,09	17,4	78,4
3e »	— 1,07	+ 4,36	0,85	4,00	55,0	85,0
Mois	— 1,58	+ 4,22	0,83	4,03	92,9	81,2

Dans ce mois, l'air a été calme 5,02 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,56 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 24°,0 O., et son intensité est égale à 25,44 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE JANVIER 1872.

Le 1, brouillard tout le jour.
5, id. presque tout le jour.
6, id. tout le jour.
7, id. le matin.
8, id. depuis 10h du matin
9, id. tout le jour.
10, id. jusqu'à 2h après midi, clair le soir
12, id. tout le jour.
14, id. le soir.
17, id. le matin.
18, id. tout le jour.
19, id. id.
20, id. id.
21, id. id.
22, id. id.
23, id. id.
24, id. id.
25, id. id.
26, id. id.
28, id. le matin, clair le soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.

	mm
Le 2 à 10 h. soir	564,10
13 à 6 h. soir	566,11
17 à 10 h. matin	561,84
21 à 10 h. soir	559,69
31 à 10 h. soir	567,09

MINIMUM.

	mm
Le 1 à 6 h. matin	562,31
9 à 2 h. après m.	548,01
16 à 6 h. matin	558,77
19 à 4 h. après m.	551,35
25 à 6 h. matin	551,34

SAINT-BERNARD. — JANVIER 1872.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum.	Baromètre. Maximum	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum*	Température C. Maximum*	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.		Clarté moyenne du Ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim				
1	562,64	+ 1,28	562,31	562,93	—10,64	— 2,03	—11,2	— 9,6	..30.	. 2,6.	....	NE.	1	0,88
2	562,89	+ 1,56	562,59	564,10	— 8,97	— 0,33	—12,0	— 6,2	.....	.....	....	NE.	1	0,00
3	562,54	+ 1,23	562,27	563,04	— 8,43	+ 0,24	—10,1	— 5,8	.....	.....	....	NE.	1	0,83
4	562,03	+ 0,74	561,53	562,49	— 8,89	— 0,19	—11,9	— 6,0	.....	.....	....	NE.	0	0,22
5	561,46	+ 0,19	561,04	562,22	— 4,33	+ 4,40	— 4,8	— 3,0	..65.	. 5,7.	....	SO.	1	0,83
6	561,60	+ 0,35	561,06	562,32	— 3,33	+ 5,44	— 4,2	— 1,7	..95.	. 5,6.	....	SO.	1	0,96
7	559,46	— 1,77	557,59	560,76	— 6,97	+ 1,83	— 9,8	— 4,2	.110.	. 7,0.	....	NE.	1	0,83
8	550,88	—10,33	549,86	553,04	—10,93	— 2,10	—13,1	— 9,4	..40.	. 3,0.	....	NE.	1	0,60
9	549,06	—12,12	548,01	550,15	—13,13	— 4,28	—14,6	— 8,4	.....	.....	....	NE.	1	0,74
10	557,08	— 4,07	552,64	560,10	—15,04	— 6,17	—16,1	—13,2	.....	.....	....	NE.	2	0,53
11	561,43	+ 0,31	560,39	562,24	—10,09	— 1,20	—13,0	— 7,8	.....	.....	....	NE.	1	0,00
12	563,94	+ 1,94	561,44	564,35	— 7,89	+ 1,02	— 8,4	— 6,8	.....	.....	....	NE.	2	0,10
13	565,15	+ 4,08	564,46	566,11	— 6,07	+ 2,86	— 8,3	— 4,2	.....	.....	....	NE.	1	0,00
14	562,52	+ 1,48	561,74	563,78	— 5,63	+ 3,32	— 7,6	— 3,6	..35.	. 5,0.	....	NE.	1	0,50
15	559,70	— 1,31	559,16	560 60	— 9,79	— 0,82	—11,2	— 7,2	.....	.....	....	SO.	1	0,00
16	559,77	— 1,21	558,77	560.80	—10,54	— 1,55	—12,0	— 7,2	.....	.....	....	SO.	1	0,41
17	560,87	— 0,08	560.17	561,84	— 8,51	+ 0,50	—10,4	— 5,8	.....	.....	....	SO.	1	0,37
18	556,08	— 4,84	555,19	557,74	— 8,83	+ 0,19	—10,0	— 7,4	.....	.....	....	SO.	2	0,98
19	552,09	— 8,80	551,35	553,68	— 8,60	+ 0,43	— 9,4	— 7,9	.....	.....	....	SO.	2	0,98
20	554,00	— 6,86	551,58	556,79	— 7,97	+ 1,07	— 8,5	— 7,0	.....	.....	....	SO.	2	0,96
21	558 70	— 2,13	557,48	559,69	— 8,65	+ 0,40	— 9,2	— 8,0	.....	.....	....	SO.	1	0,93
22	558,08	— 2,73	557,38	559,04	— 8,64	+ 0,42	— 9,8	— 8,0	.....	.....	....	SO.	1	1,00
23	554,79	— 6,00	554,02	555,81	— 8,41	+ 0,66	— 8,4	— 7,8	.....	.....	....	SO.	3	1,00
24	553,08	— 7,68	552,03	554,65	— 8,20	+ 0,87	— 8,6	— 7,0	.....	.....	....	SO.	3	1,00
25	552,68	— 8,05	551,34	554,28	— 7,06	+ 2,02	— 7,6	— 5,5	.245.	29,4.	....	SO.	1	0,92
26	555,97	— 4,72	554,42	557,02	— 8,55	+ 0,53	— 9,6	— 6,4	.....	.....	....	SO.	1	0,72
27	557,74	— 2,91	556,74	558,42	—10.42	— 1,34	—11,8	— 7,0	.....	.....	....	NE.	1	0,28
28	559,83	— 0,78	558,34	561,82	—10,05	— 0,97	—11,6	— 7,8	.....	.....	....	NE.	1	0,62
29	563,72	+ 3 15	562,54	564,14	— 7,21	+ 1 87	—10,2	— 4,4	.....	.....	....	NE.	1	0,00
30	562,97	+ 2,43	562,48	563,95	— 6,03	+ 3,05	— 8,8	— 2,5	.....	.....	....	SO.	1	0,00
31	565,90	+ 5,39	564,34	567,09	— 4,36	+ 4,71	— 6,2	— 1,7	.....	.....	....	SO.	1	0,00

* Ces colonnes renferment la plus basse la plus élevée des températures observées de 6 h. matin à 10 h. soir.

MOYENNES DU MOIS DE JANVIER 1872.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	558,87	559,01	559,16	559 01	558,80	558,94	559,12	559,17	559 31
2e »	559,24	559,56	559 90	559,51	559,38	559 39	559,58	559,61	559,72
3e »	557 90	558,36	558,69	558,57	558,36	558,56	558,70	558,91	559,10
Mois	558,65	558,96	559,23	559,02	558,83	558 96	559,12	559,22	559,37
Température.									
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade	— 9,62	— 9,02	— 8,70	— 7,75	— 7,81	— 8,38	— 9,09	— 9,50	— 9,66
2e »	— 9 51	— 9,16	— 8,50	— 7,40	— 6,80	— 7,45	— 8,07	— 8,24	— 8 32
3e »	— 9,05	— 8,73	— 7,68	— 6,40	— 6,30	— 6,83	— 7,88	— 8,23	— 8,50
Mois	— 9,38	— 8,96	— 8,27	— 7,16	— 6,95	— 7,53	— 8,33	— 8,64	— 8.82

	Min. observé.*	Max. observé.*	Clarté moyenne du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	°	°		mm	mm
1re décade	—10,78	— 6,75	0,64	23,9	340
2e »	— 9 88	— 6 49	0,43	5,0	35
3e »	— 9,25	— 6,01	0,59	29,4	245
Mois	— 9,95	— 6,40	0,56	58,3	620

Dans ce mois, l'air a été calme 12,5 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,80 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 45° O., et son intensité est égale à 12,9 sur 100.

* Voir la note du tableau

FRANÇOIS-JULES PICTET.

La science et notre pays viennent de faire une perte immense : François-Jules Pictet-de la Rive nous a été enlevé ce matin même.

Il y a quelques semaines, étant à Berne où il se trouvait comme membre du Conseil National, il fit une chute qui produisit la rupture d'un vaisseau à la jambe. A la suite de cet accident il fut obligé de garder la chambre ; il put cependant être ramené à Genève, et sa santé n'inspirait aucune inquiétude sérieuse. Il semblait presque remis quand le 11 de ce mois se manifestèrent subitement chez lui les symptômes d'une fièvre pernicieuse à laquelle il a succombé. Il était âgé de soixante-deux ans.

Sous le coup de ce navrant chagrin, nous n'essayerons pas de retracer dans ce moment, même en quelques lignes, la carrière si belle et si utile de l'homme éminent et de l'excellent ami que nous venons de perdre.

L. S.

Genève, 15 mars 1872.

SUR LA

NATURE DE L'ÉLECTRICITÉ

PAR

M. E. EDLUND

(Mémoire présenté à l'Académie des Sciences de Stockholm, le 10 mai 1871 [1].)

Première partie [2].

On admettait jadis que la chaleur consistait en une matière subtile et impondérable, lancée par la source de chaleur et reçue par le corps qui en était échauffé, la plus ou moins grande quantité de cette matière déterminant le degré de température du corps. D'après une théorie analogue, la lumière se composait aussi d'une matière impondérable du même genre. Pour expliquer les phénomènes magnétiques, on a appelé à son aide une matière nouvelle, le « fluide magnétique, » et pour les phénomènes électriques, il a fallu admettre un second fluide, qui, de même que le fluide magnétique, devait se composer de deux espèces distinctes. Pour ce qui concerne la lumière et la chaleur, il est désormais prouvé que ces phénomènes sont des oscillations soit des particules les plus minimes de la matière, soit de l'éther, cette matière subtile et élastique répandue dans toute la nature et même dans les parties de l'espace qui ne sont occupées par aucune autre matière. Depuis la découverte du diamagnétisme, on ne peut plus, à l'aide des fluides magnétiques, rendre compte des phénomènes qui s'y

[1] Traduction communiquée par l'auteur.

[2] La seconde partie suivra dans un prochain numéro.

rapportent, tandis que l'origine électrique en peut être établie à l'aide de la théorie d'Ampère. Les deux fluides électriques sont donc les seuls qui soient jusqu'ici considérés comme nécessaires au point de vue de la théorie. Nous allons essayer de montrer dans ce travail que les phénomènes électriques, tant statiques que dynamiques, se laissent expliquer à l'aide d'un seul fluide, qui, selon toutes les probabilités, n'est autre chose que l'éther [1].

[1] Nous prenons la liberté d'emprunter au discours par lequel M. le baron F. DE WREDE quitta, en 1847, la présidence de l'Académie royale des Sciences, les lignes suivantes sur l'importance de l'éther : ..... « On ne peut pas mieux admettre qu'une matière remplissant l'espace infini, et présentant des propriétés aussi particulières et aussi remarquables que celles que nous devons forcément attribuer à l'éther, ait été uniquement destinée par la Providence à la propagation de la lumière, qu'on ne peut supposer que l'air l'ait été exclusivement à celle du son. La densité si faible de l'éther est prouvée par sa résistance totalement inappréciable aux planètes, lesquelles paraissent s'y mouvoir sans obstacle. Les comètes, par contre, qui possèdent elles-mêmes une densité singulièrement minime, et qui, dans certaines parties de leurs orbites, se meuvent avec une vitesse des plus grandes, semblent ressentir une résistance sensible de l'éther. Si ce fait se constate, l'existence de l'éther, comme matière douée d'inertie, se trouve établie par une seconde voie. La rapidité prodigieuse avec laquelle la lumière se propage, nous montre, d'autre part, que la matière éthérée doit posséder une élasticité extraordinaire en comparaison de sa densité. De toutes les matières qui se trouvent dans les limites de notre expérience, le fer est la plus élastique, et l'hydrogène, qui est environ quatorze fois plus léger que l'air atmosphérique, la plus légère. Or, si l'on se figure une matière d'une densité égale à celle de l'hydrogène, raréfié autant que cela se peut faire dans une machine pneumatique ordinaire, soit à la pression d'environ un millimètre, et dont l'élasticité égalât celle du fer, une matière hypothétique de cette nature propagerait le son ou tout autre mouvement vibratoire avec la vitesse de 8000 myriamètres par seconde. Quelque immense qu'elle soit, cette vitesse ne constitue pourtant qu'un cinquième environ de celle de la lumière, et le module d'élasticité exprimé en mesure de longueur, doit par conséquent être environ 25 fois plus grand chez

Nous admettons l'existence d'une matière subtile, élastique au plus haut degré, répandue dans l'univers entier, et cela non-seulement dans le vide, mais encore dans les parties de l'espace occupées par la matière pondérable. Nous admettons de même que deux molécules d'éther, placées *à distance* l'une de l'autre, se repoussent mutuellement le long de leur ligne de jonction et en raison inverse des carrés des distances. L'éther électrique res-

l'éther que chez la matière hypothétique adoptée ici à titre de comparaison. Si l'on regarde l'éther comme un gaz, et si l'on se figure la possibilité d'un vide dans ce gaz, la vitesse avec laquelle l'éther s'y précipiterait, s'élèverait à 64,000 myriamètres par seconde, et, jusqu'à quelque infime degré que l'on évalue sa densité, ses effets mécaniques, avec cette vitesse, peuvent devenir singulièrement violents. C'est donc un fait très.probable en lui-même, que l'éther joue un rôle des plus importants dans presque tous les phénomènes naturels.»

Nous nous permettons aussi de citer les paroles suivantes de LAME à la fin de son célèbre ouvrage : *Leçons sur la théorie mathématique de l'élasticité des corps solides*. Paris, 1852 :

« L'existence du fluide éthéré est incontestablement démontrée par la propagation de la lumière dans les espaces planétaires, par l'explication si simple, si complète, des phénomènes de la diffraction dans la théorie des ondes, et, comme nous l'avons vu, les lois de la double réfraction prouvent avec non moins de certitude que l'éther existe dans tous les milieux diaphanes. Ainsi, la matière pondérable n'est pas seule dans l'univers, ses particules nagent en quelque sorte au milieu d'un fluide. Si ce fluide n'est pas la cause unique de tous les faits observables, il doit au moins les modifier, les propager, compliquer leurs lois. Il n'est donc plus possible d'arriver à une explication rationnelle et complète des phénomènes de la nature physique, sans faire intervenir cet agent dont la présence est inévitable. On n'en saurait douter, cette intervention, sagement conduite, trouvera le secret ou la véritable cause des effets que l'on attribue au calorique, à l'électricité, au magnétisme, à l'attraction universelle, à la cohésion, aux attractions chimiques ; car tous ces êtres mystérieux et incompréhensibles ne sont, au fond, que des hypothèses de coordination, utiles sans doute à notre ignorance actuelle, mais que les progrès de la véritable science finiront par détrôner. »

semble donc au plus haut degré à un gaz ordinaire. A l'égard des rapports de l'éther avec le reste de la matière, la seule supposition que nous ayons besoin de faire, c'est que, dans les corps appelés bons conducteurs électriques, l'éther qu'ils contiennent, ou du moins une partie de cet éther, se déplace facilement d'un point à l'autre. Nous supposons encore, qu'à l'instar de ce qui se passe chez un gaz ordinaire, les molécules de l'éther électrique se meuvent facilement, c'est-à-dire qu'elles peuvent être déplacées par le moindre effort. Si l'éther se trouve dans un corps matériel non conducteur de l'électricité, cette mobilité est arrêtée et dépend de celle des molécules du corps matériel qui contient l'éther. Si le corps matériel non conducteur est un gaz ou un liquide à fluidité parfaite, les particules de l'éther conservent leur mobilité, ces dernières se transportant alors avec les particules du gaz ou du liquide. De cette mobilité des molécules de l'éther, il suit forcément que la pression hydrostatique doit être égale dans toutes les directions comme chez les liquides et les gaz ordinaires. On peut donc appliquer à l'éther le principe d'Archimède, qu'un corps introduit dans un fluide perd une quantité de poids égale au poids du fluide déplacé, quoiqu'il ne soit naturellement pas question ici de la pesanteur, mais de la répulsion entre les molécules d'éther. Un grand jour a été jeté, sur l'application de ce principe à la question qui nous occupe, par quelques-unes des expériences diamagnétiques bien connues de Plücker. Il trouva qu'un corps magnétique doué d'une force magnétique inférieure à celle du liquide dans lequel il était suspendu était repoussé par les pôles de l'aimant, et qu'un corps diamagnétique suspendu dans un liquide magnétique était plus fortement repoussé par

les mêmes pôles que s'il se trouvait dans une matière fluide ou gazeuse moins magnétique [1].

Une molécule d'éther est en repos, du moment où elle est également repoussée de tous les côtés. Un corps matériel ne peut se mouvoir sous l'effet d'une action électrique, si l'éther qu'il contient est également repoussé de tous les côtés. La répulsion est-elle moindre d'un côté que de l'autre, le corps devra, s'il est libre, se mouvoir du côté déterminé par la résultante des forces répulsives. Si l'on veut déterminer le mouvement produit chez un corps *B* par suite de ce qu'un autre corps, *A*, se trouve dans son voisinage, on peut, sans apporter aucune restriction à la solution du problème, considérer *A* comme fixe et immobile, et *B* seulement comme libre.

Il faudra prendre alors en considération les circonstances suivantes :

1° L'action qui s'exerce directement entre l'éther de *A* et celui de *B*.

2° L'action sur l'éther de *B* de tout le milieu environnant, à l'exception de l'éther contenu dans *A*.

3° L'action de l'éther de *A* sur l'éther qui, si l'on éloignait *B*, se trouverait dans l'espace maintenant occupé par *B*.

4° L'action de tout le milieu environnant, à l'exception de l'espace occupé par *A*, sur l'éther qui, dans le cas où *B* aurait été éloigné, se trouverait dans l'espace occupé en dernier lieu par *B*.

On a de la sorte évidemment pris toutes les causes actives en considération. Les deux premiers cas ont rapport à l'effet de toute la masse d'éther environnante sur

[1] *Poggend. Annalen*, tome LXXVII, p. 578.

l'éther de B; les deux derniers expriment par contre le même effet sur l'éther qui se trouverait à la place maintenant occupée par B, si l'on éloignait B. Or, en prenant la somme algébrique des deux premiers cas, et en en retranchant la somme des deux derniers, on obtient, en conformité du principe d'Archimède, l'expression du mouvement créé chez B. Cela devient évident par les applications que nous allons immédiatement en faire.

2. *Les attractions et les répulsions électrostatiques.*— Nous admettons qu'un corps soi-disant chargé d'électricité positive, contient plus d'éther qu'à l'état normal, et que la quantité d'éther d'un corps électronégatif est moindre que lorsque l'état électrique est normal. On pourrait peut-être admettre le contraire, mais plusieurs phénomènes électriques semblent indiquer que l'hypothèse précitée est la vraie.

Nommant a la quantité d'éther que les corps A et B contiennent à l'état normal, nous considérerons en premier lieu le cas où tous deux sont positifs, et où A possède l'excès b et B l'excès b_1. Si la distance entre ces deux corps est r, et qu'elle soit suffisamment grande par rapport au volume de ces corps, la répulsion directe qui existe entre eux, peut être exprimée par

$$-\frac{(a+b)\,(a+b_1)}{r^2}.$$

L'action sur B de tout le milieu environnant, à l'exception de l'espace occupé par A, possède évidemment une résultante égale à la répulsion qui a lieu entre B et l'éther de l'espace occupé par A, et présentant une direction opposée à cette répulsion. Le fait est évident : car, si l'on éloignait A, la résultante de la répulsion opérée

sur B par tout le milieu environnant, serait égale à zéro. L'action sur B de tout le milieu environnant à l'exception de l'espace occupé par A, est, par conséquent, la même que si B était attiré par cet espace. On reçoit, de la sorte, comme expression de l'action impliquée dans le cas 2 précité :

$$+ \frac{a\,(a+b_1)}{r^2},$$

où le signe $+$ désigne que cette action consiste en une attraction le long de la ligne de jonction.

L'action indiquée dans le cas 3, sera évidemment $-\frac{(a+b)\,a}{r^2}$, et celle de 4, $+\frac{a^2}{r^2}$.

En retranchant la somme algébrique des deux dernières expressions de la somme algébrique des deux premières, on obtient pour résultat :

$$-\frac{bb_1}{r^2}.$$

La répulsion entre deux corps électropositifs est donc proportionnelle au produit des deux excès, divisé par le carré de la distance.

Nous considérerons maintenant le cas où les deux corps sont électronégatifs, c'est-à-dire où ils possèdent une quantité d'éther inférieure à celle de l'état normal.

L'action directe entre les deux corps (cas 1) sera donc égale à . . . . . $-\frac{(a-b)\,(a-b_1)}{r^2}$.

L'action prévue dans le cas 2 $= + \frac{a\,(a-b_1)}{r^2}$;

» » » 3 $= -\frac{(a-b)\,a}{r^2}$;

» » » 4 $= + \frac{a^2}{r^2}$.

En retranchant de la somme des deux premières expressions la somme des deux dernières, on obtient pour l'action dans ce cas-ci, l'expression $-\frac{bb_1}{r^2}$

Ainsi, les corps se repoussent mutuellement en proportion du produit des deux déficits et en raison inverse des carrés des distances.

Supposons en dernier lieu que A est électropositif et B électronégatif; soit en outre b l'excès de A et b_1 le déficit de B. Les quatre cas donneront :

$$1^\circ \ldots\ldots = -\frac{(a+b)(a-b_1)}{r^2};$$

$$2^\circ \ldots\ldots = +\frac{a(a-b_1)}{r^2};$$

$$3^\circ \ldots\ldots = -\frac{(a+b)a}{r^2};$$

$$4^\circ \ldots\ldots = +\frac{a^2}{r^2}.$$

On obtiendra de là, par le même procédé qu'auparavant, comme expression de l'attraction entre les deux corps :

$$+\frac{bb_1}{r^2}.$$

L'attraction suit donc ici la loi connue.

Supposons maintenant qu'un corps A, avec excès d'éther, agisse sur un autre corps, B, originairement à l'état normal et bon conducteur de l'éther. A possédant un excédant d'éther, la répulsion sur chaque molécule d'éther de B sera plus forte sur le côté en face de A que sur tous les autres. Le résultat en devra nécessairement être que l'éther se rassemblera sur le côté de B dont la face n'est pas tournée vers A, et qu'il se présentera de la sorte un déficit sur le côté faisant face à A.

Si, par contre, A présente un déficit d'éther, une molécule quelconque de l'éther de B sera nécessairement plus fortement repoussée, par le milieu environnant, du côté tourné vers A que de tout autre côté. Il se forme donc ici un excès d'éther accompagné d'un déficit du côté opposé.

Il est évident que, dans ces deux cas d'induction, l'attraction doit se produire entre les deux corps, car la distance entre l'excès de l'un et le déficit de l'autre est toujours inférieure à la distance entre les deux déficits et les deux excès.

Il est facile de démontrer que l'excès ou le déficit d'éther dans un corps doit se placer à la surface de ce corps.

Soit un corps A, ayant une certaine quantité d'éther $a+b$, dont b est l'excès. Il est évident que l'éther de l'espace environnant et la quantité d'éther a dans A doivent se tenir mutuellement en équilibre. Tout l'éther qui se trouve dans l'espace environnant, réuni à la quantité d'éther a du corps A, ne peut donc exercer aucune action sur une molécule de l'excès b. A l'égard de la répartition de l'excès, il en est parfaitement de même que si toute la quantité d'éther environnante et la quantité a du corps A n'existaient pas. Il faut donc que l'excès se comporte comme s'il existait seul, et dans ce cas il se place à la surface, comme l'a démontré Poisson.

Le fait que le déficit doit également se placer à la surface, peut se démontrer de la manière suivante. Supposons d'abord que le corps A contienne la même quantité d'éther qu'à l'état normal. Une molécule quelconque d'éther de A se trouve donc en équilibre, vu que toutes les répulsions s'annullent mutuellement, ou, en d'autres

termes, qu'elles ont zéro pour résultante. Il suit de là que la résultante des répulsions de toutes les molécules du milieu environnant, doit être égale à la résultante des répulsions des molécules d'éther qui se trouvent dans le corps, et agir dans une direction opposée à cette dernière. Mais nous savons, relativement aux molécules d'éther du corps, qu'elles cherchent, par suite de leur répulsion mutuelle, à se placer à sa surface. La résultante de la répulsion de toutes les molécules d'éther du milieu environnant, devra donc tendre à repousser les molécules d'éther du corps de la surface aux parties centrales. Supposons maintenant un corps qui présente un déficit d'éther, c'est-à-dire qui en ait une quantité moindre qu'à l'état d'équilibre; la résultante de la répulsion des molécules extérieures aura forcément la prépondérance, et, par conséquent, les molécules d'éther du corps seront poussées de la surface dans l'intérieur. Or, comme le corps contient maintenant une moindre quantité d'éther qu'à l'état neutre, il en devra résulter un déficit à la surface.

On peut s'expliquer d'une manière analogue la condensation de l'éther, quand on charge la bouteille de Leyde ou le plateau de Franklin. Le courant de décharge électrique n'est pas autre chose que le passage de l'éther d'un corps dans un autre [1].

[1] Comme on le sait, FRANKLIN déjà essaya d'expliquer les phénomènes électriques connus de son temps par l'admission d'un seul fluide électrique. Il ne put toutefois indiquer la cause de la répulsion entre deux corps électro-négatifs, sans attribuer à la matière pondérable des propriétés qu'elle ne possède pas. L'opinion de FRANKLIN et des « unitaires » sur la nature de l'électricité dut pour cette cause céder la place à celle des dualistes qui établirent l'hypothèse des deux fluides admise jusqu'à ce jour. Quelques essais ont été faits dans ces derniers temps en vue d'expliquer les phénomènes électriques comme

3° *Les phénomènes électrodynamiques.* Le courant galvanique consiste, selon nous, en ceci, que l'éther élec-

produits par l'éther ou par un seul fluide. Sans entrer dans un exposé détaillé de ces tentatives plus ou moins heureuses, nous croyons devoir faire observer que, relativement aux propriétés ou aux mouvements de l'éther, elles se fondent sur des prémisses dont la justesse peut être avec raison mise en doute, et qu'en outre les théories auxquelles elles ont abouti sont loin d'avoir le cachet de simplicité qu'elles auraient eu assurément si elles avaient été l'interprétation réelle des faits. La théorie de la lumière présuppose que l'éther qui se trouve dans un corps pondérable varie de densité avec ce corps, et que cette densité reste la même aussi longtemps que le corps ne subit aucune modification. Il faut admettre, par suite, que des espèces différentes de matière pondérable exercent une puissance d'attraction différente sur les molécules d'éther. Un corps matériel condense en lui-même l'éther de la masse d'éther environnante jusqu'à ce que la résultante des effets produits sur une molécule extérieure d'éther par les molécules propres du corps et par l'excès d'éther renfermé dans le corps devienne égale à zéro. Chez un corps ainsi saturé d'éther, la répulsion entre son excès d'éther et une molécule extérieure d'éther est égale à l'attraction entre la même molécule d'éther et les molécules matérielles du corps. Si donc l'on est forcé d'admettre, pour l'explication des phénomènes lumineux, qu'en vertu de l'attraction exercée sur lui par la matière, l'éther présente un degré de densité variant avec les corps, il ne suit pas de là que pour cette cause les corps doivent montrer certaines propriétés électriques. Si, par contre, l'on augmente ou l'on diminue de manière ou d'autre la quantité d'éther que contient le corps dans son état normal, les phénomènes électriques commencent à se montrer. Il n'en résultera toutefois pas, comme suite immédiate, que les corps électrisés doivent faire preuve d'autres propriétés optiques qu'à l'état naturel. La vitesse de propagation de la lumière, et par conséquent aussi les longueurs d'onde ne dépendent pas exclusivement de la densité de l'éther, mais du rapport entre son élasticité et sa densité. Si donc l'élasticité de l'éther augmente ou diminue proportionnellement à sa densité, il ne peut survenir de modification relativement à la vitesse de propagation de la lumière, à la réfraction, etc. Le fait que certaines expériences (*Poggend. Annalen*, tome CXXIV, p. 507) ont montré les mêmes propriétés optiques chez les corps électrisés que lorsqu'ils sont à l'état neutre, n'infirme donc nullement la thèse que les phénomènes électriques sont produits par l'éther.

trique se transporte d'un point à un autre dans le circuit du courant, et que l'intensité du courant est déterminée par le produit de la densité de l'éther en mouvement et de sa vitesse, ou, en d'autres termes, qu'elle est proportionnelle à la quantité d'éther qui a passé par le circuit dans l'unité de temps. La masse d'éther qui se trouve dans le circuit fermé a la même quantité quand le courant existe que lorsqu'il n'y a pas de courant. Les forces électromotrices, d'où le courant tire son origine, ne peuvent pas créer de l'éther : leur action se restreint à transformer en un mouvement translatoire le mouvement oscillatoire qui existe déjà sous forme de chaleur. Il résulte de là que la chaleur doit disparaître au point du circuit où la force électromotrice se trouve en activité, ce que prouvent au reste les phénomènes de Peltier. La naissance du courant galvanique se simplifie singulièrement de la sorte : les forces électromotrices ne créent rien de nouveau, mais elles transforment simplement une espèce de mouvement en une autre. On peut les comparer à des machines ordinaires transformant une espèce de mouvement en une autre.

Les nombreuses expériences qui ont été faites pour constater la vitesse de l'électricité dans des fils métalliques n'ont pas donné de résultats concordants, et cela pour des raisons faciles à comprendre. Wheatstone et Faraday ont fait voir le rôle important que joue à cet égard la charge du fil conducteur. Par suite de cette circonstance, un point subséquent du fil conducteur ne peut, à la naissance du courant, recevoir d'électricité que lorsque les parties précédentes du même fil ont été saturées. La vitesse de l'électricité dans un fil conducteur déposé dans la mer et entouré d'une couche isolante doit donc

se montrer relativement minime, car le fil enfermé dans la couche isolante et l'eau de mer circulant autour de cette même couche, constituent des armatures d'un appareil condensateur capable de condenser une forte quantité d'électricité. La puissance de condensation d'un fil isolé dans l'air est inférieure à celle d'un câble maritime, mais elle dépend à un haut degré de circonstances extérieures, telles que l'humidité de l'air, le mode de suspension, etc. Aussi les expériences indiquent-elles que les fils submergés fournissent la moindre somme de vitesse. Il n'a pu par suite être donné de chiffres déterminés pour la vitesse absolue de propagation de l'électricité, mais toutes les expériences concordent en ceci, qu'elle est singulièrement grande. Un fait sur lequel s'accordent de même toutes les expériences qui ont eu lieu jusqu'ici, c'est que la vitesse de propagation est indépendante de l'intensité du courant. Les expériences faites à cet égard avec un seul fil, et dans des circonstances identiques, doivent donner des résultats certains.

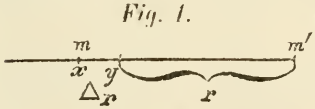
Nous nous servirons, dans la suite de ce travail, d'une thèse qui, à notre connaissance, n'a pas encore été établie comme principe dans l'explication des phénomènes naturels, mais qui ne nous en paraît pas moins posséder une vérité axiomatique. Ce principe, c'est que tout ce qui se passe ou s'effectue dans la nature extérieure, exige un certain temps. Ce temps peut être aussi court que l'on voudra, mais il n'est jamais égal à zéro. Le temps et l'espace sont des conditions indispensables à l'existence des phénomènes naturels. C'est une vérité *à priori* constatée par l'expérience à mesure que les méthodes scientifiques pour la mesure du temps et de l'espace se sont perfectionnées. On croyait jadis, par exemple, que la lu-

mière et l'électricité se propageaient instantanément, mais de meilleures méthodes d'observation ont montré que ce n'est nullement le cas. On peut être parfaitement assuré qu'un courant galvanique ne parvient pas à la totalité de sa force dès le commencement, et ne disparaît pas non plus sans qu'il faille un certain temps pour cela, indépendamment des extra-courants qui retardent ces deux phénomènes. Nous devons rejeter comme absurde la thèse suivant laquelle l'action exercée par un corps matériel sur un autre corps placé à une certaine distance, ou la répulsion exercée par une molécule d'éther sur une autre située à distance, n'exigerait pas un certain temps pour se propager du premier objet au second. Ce temps peut être aussi court que l'on voudra, mais il existe toujours, même s'il échappe à nos observations. Quand une action réciproque commence entre deux corps matériels ou entre deux molécules d'éther, cette action n'atteint pas à un moment mathématique la pleine valeur déterminée par la distance réciproque. Elle doit s'accroître de zéro à cette valeur finale et il faut un certain temps pour cela. De même, une action ne peut disparaître ni changer de valeur sans qu'un certain temps soit nécessaire à cet effet. La thèse formulée plus haut : « tout ce qui se passe ou s'effectue dans la nature extérieure exige un certain temps, » peut être, relativement à son importance, comparée à la thèse que l'on peut dire constituer la base de la théorie mécanique de la chaleur, et qui s'exprime par ces mots : « rien ne naît de rien » (*ex nihilo nihil fit*). La thèse établie doit tout particulièrement trouver son application dans le domaine de l'électricité, vu que la grande vitesse de propagation de ce phénomène provoque des modifications rapides dans l'action réciproque que les molécules

d'éther exercent l'une sur l'autre. Suivant les déterminations données par MM. FIZEAU et GOUNELLE, l'électricité se propage dans un fil de cuivre avec une vitesse de 180 mètres en un millionième de seconde. Ainsi, dans cette courte fraction de temps, deux molécules d'éther peuvent diminuer ou augmenter de 360 mètres leur distance réciproque, et leur action l'une sur l'autre se modifier en conséquence. La question est maintenant de savoir si cette modification dans l'action réciproque peut s'accomplir avec une vitesse qui corresponde à la variation rapide de la distance. Les phénomènes électro-dynamiques fournissent la réponse à cette question.

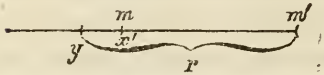
Soient deux molécules d'éther m et m' situées à une distance r l'une de l'autre. Si toutes deux sont en repos, leur répulsion réciproque est $\frac{mm'}{r^2}$. Le cas, par contre, où m se rapproche ou s'éloigne avec une vitesse constante, donne naissance à d'autres rapports. Si m se trouve premièrement au point x (fig. 1 ci-jointe) de la distance $r+\Delta r$ de m', puis pendant le temps Δt se rapproche de m' de la distance Δr, la répulsion réciproque augmente de $\frac{mm'}{(r+\Delta r)^2}$ à $\frac{mm'}{r^2}$; mais si le rapprochement s'opère avec une vitesse suffisante, la répulsion n'a pas le temps de subir cette augmentation. La répulsion au point y est donc inférieure à celle qui correspond à la distance r. Cette diminution est, toutes circonstances égales, une fonction de la vitesse constante h. On peut donc exprimer la répulsion au point y par $\frac{mm'}{r^2} f(h)$, où $f(h)$ a une valeur inférieure à 1. Si par

Fig. 1.



contre m s'éloigne de m' avec la même vitesse constante h, en parcourant pendant le temps Δt la distance $y - x' = \Delta r$ (fig. 2), la répulsion, au moment où m arrive en y, doit être supérieure à celle qui correspond à la distance r, vu que la répulsion ne peut pas être diminuée avec la vitesse correspondant à l'augmentation de la distance. On peut donc exprimer dans ce cas la répulsion par $\frac{mm'}{r^2} F(h)$, où $F(h)$ est plus grand que 1. Si dans le premier cas, où la distance entre les molécules est diminuée, la vitesse est considérée comme négative, elle doit être positive dans le second. Relativement à la nature des fonctions $f(h)$ et $F(h)$, on ne sait d'avance rien autre, sinon que la première doit être plus petite et la seconde plus grande que 1, et que toutes deux se rapprochent de 1 quand h diminue. Mais comme les causes qui retardent ou accélèrent le développement de la répulsion lors du rapprochement doivent avoir le même effet sur sa disparition lors de l'éloignement, il est probable que les formes des deux fonctions sont égales, ou que le développement de la répulsion suit la même loi que sa disparition, et que toutes deux peuvent être exprimées par la même fonction de la vitesse si l'on prend garde à ce que cette dernière soit négative dans un cas et positive dans l'autre. Nous avons ainsi, pour la répulsion entre deux molécules d'éther, l'expression $\frac{mm'}{r^2} F(-h)$, si ces molécules se rapprochent l'une de l'autre avec une vitesse constante h, et l'expression $\frac{mm'}{r'} F(+h)$, si la distance augmente entre elles, la fonction F étant de telle nature qu'elle devient égale à l'unité pour

Fig. 2.



$h=o$, qu'elle est plus petite que l'unité pour une valeur négative, et plus grande pour une valeur positive de h. Ces expressions peuvent s'écrire convenablement sous la forme $\frac{mm'}{r^2}\left(1+\varphi(-h)\right)$ et $\frac{mm'}{r^2}\left(1+\varphi(+h)\right)$, la fonction $\varphi(h)$ étant telle qu'elle devient $=o$ quand $h=o$, qu'elle a une valeur négative quand h est négatif, et positive quand h est positif.

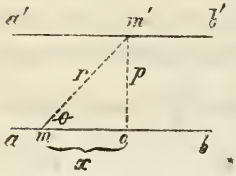
Ce qui vient d'être dit s'applique exclusivement au cas où la vitesse du rapprochement ou de l'éloignement est constante. Nous supposerons maintenant que m se rapproche de m', et qu'il fait le même chemin Δr dans le même temps Δt qu'auparavant, mais avec une vitesse *décroissante*, de sorte que cette vitesse est plus grande quand m se trouve plus près de x (fig. 1) que lorsqu'il est arrivé à y. Quoique m fasse ici le même chemin pendant le même espace de temps, et que par suite $\frac{\Delta r}{\Delta t}$ ait la même valeur que dans le premier cas, la répulsion au point y ne peut toutefois plus être la même. La molécule m s'est mue plus rapidement au voisinage de x que plus près de y; elle est donc restée plus longtemps aux points où la force de répulsion est plus forte qu'à ceux où elle est plus faible. Le résultat en doit évidemment être que la répulsion au point y sera plus forte que si la vitesse avait été constante. La répulsion dépend donc non-seulement de $\frac{\Delta r}{\Delta t}$, mais encore de $\frac{\Delta^2 r}{\Delta t^2}$. Si maintenant l'on passe à la limite, on trouve de la sorte que la répulsion dépend, non-seulement de la vitesse, mais encore de la variation de la vitesse, c'est-à-dire de $\frac{dh}{dt}$, cette dernière

dépendance *augmentant dans le cas en question* la grandeur de la force de répulsion.

Si la molécule m s'éloigne de m' tandis que sa vitesse *augmente,* mais de telle sorte que le chemin fixé Δr soit parcouru au temps fixé Δt, la répulsion dans ce cas-ci, comme dans le précédent, sera plus grande que si la vitesse était constante. Ici de même la molécule restera un plus long espace de temps aux points où la force de répulsion est plus grande qu'à ceux où elle est plus petite. Il est donc nécessaire d'ajouter à l'expression représentant la grandeur de la répulsion sous une vitesse constante, un terme dépendant de la variation de la vitesse.

La molécule électrique se meut dans sa marche avec une vitesse constante; comme il a été dit plus haut, des variations dans l'intensité du courant n'exercent aucune influence à cet égard. Si donc une molécule se rapproche ou s'éloigne d'une autre qui se trouve sur la ligne droite dans laquelle a lieu le mouvement de la première, il ne peut être question d'une variation dans la vitesse relative. Les circonstances changent, par contre, si l'une des molécules se trouve à côté de la direction de l'autre. Supposons deux molécules, m et m', dont la première est en mouvement sur la ligne ab, et l'autre, m', au repos. La distance r entre les molécules est alors égale à $\sqrt{x^2+p^2}$ (voir la figure 3), et leur vitesse relative (c'est-à-dire la vitesse sur la ligne de jonction) $\frac{dr}{dt} = \frac{x}{r}\frac{dx}{dt}$. La vitesse relative diminue donc à mesure que m s'approche du point o où elle est égale à zéro. Quand, par contre, la distance entre les molécules augmente, leur vitesse relative augmente

Fig. 3.



simultanément. Les variations de la vitesse relative s'obtiennent en différenciant la dernière expression, ce qui donne $\frac{d^2r}{dt^2} = \frac{dx^2}{rdt^2} - \frac{x^2}{r^3}\frac{dx^2}{dt^2}$, ou si l'on introduit le cosinus de l'angle au lieu de $\frac{x}{r}$ et h au lieu de $\frac{dx}{dt}$, on obtient $\frac{d^2r}{dt^2} = \frac{h^2}{r}(1 - \cos^2\theta)$. La variation de la vitesse relative est donc proportionnelle au carré de la vitesse de la molécule dans le circuit; elle présente son maximum au point o (fig. 3), et diminue à mesure que la molécule s'en éloigne. Par des remplacements correspondants on obtient pour l'expression de la vitesse relative : $\frac{dr}{dt} = \cos\theta\, h$.

Si la molécule m se meut avec une vitesse constante sur la ligne ab (fig. 3), circonstance dans laquelle sa vitesse relative varie par rapport à la molécule fixe m', la répulsion entre les deux molécules pour une distance déterminée r est, d'après ce qui précède, plus grande que si la vitesse relative était constante. C'est le cas, soit que m s'éloigne soit qu'il se rapproche du point o. A l'expression indiquant la répulsion entre les deux molécules pour le cas où leur vitesse relative est constante, il faut donc ajouter un terme constituant une fonction de la variation de la vitesse. Nous désignerons cette fonction par $\psi\left(\frac{h^2}{r}[1 - \cos^2\theta]\right)$. Ce que nous savons d'avance, relativement à cette fonction ψ, c'est qu'elle doit être égale à zéro, quand $\cos\theta = 1$, vu que dans ce cas la molécule m se meut sur la ligne de jonction entre m et m', et que, par conséquent, la vitesse relative des deux molécules est constante. Nous savons en outre que la valeur de la fonc-

tion ψ *est toujours positive,* soit que la molécule m s'approche ou s'éloigne de m'. On peut remarquer, au reste, que la valeur de la fonction peut dépendre, non-seulement de la grandeur de la variation, $\frac{h^2}{r}(1-\cos^2\theta)$, mais encore de la distance r entre les molécules, et que par suite r peut entrer sous le signe de la fonction en même temps que cette même variable entre dans l'expression de la grandeur de la variation.

L'expression complète de la répulsion entre deux molécules d'éther m et m', dont la dernière est fixe et la première, m, se meut avec une vitesse constante h sur une ligne formant l'angle aigu θ avec leur ligne de jonction, sera donc :

Pour le cas où m se rapproche de m' :

$$-\frac{mm'}{r^2}\left[1+\varphi(-h.\cos\theta)+\psi\left(\frac{h^2}{r}[1-\cos^2\theta]\right)\right] \quad . \quad . \quad . \quad (1);$$

et pour le cas où m s'éloigne de m' :

$$-\frac{mm'}{r^2}\left[1+\varphi(+h.\cos\theta)+\psi\left(\frac{h^2}{r}[1-\cos^2\theta]\right)\right] \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2);$$

Nous allons d'abord appliquer ce qui vient d'être dit, au cas où deux molécules m et m' se meuvent avec une vitesse constante et égale dans la même direction sur des lignes parallèles entre elles (voir fig. 3).

D'après les principes établis par W. Weber[1], nous admettrons que l'effet de l'action réciproque entre deux molécules d'éther se communiquent totalement aux circuits dans lesquels ils se meuvent. Les mouvements seuls des circuits peuvent être observés dans l'action réciproque de deux courants, et les formules empiriques éta-

[1] Abhandlungen über Elektrodynamische Maasbestimmungen, p. 309.

blies sur la base des observations se rapportent à ces mouvements. Si, maintenant, l'on veut trouver la variation produite dans la distance entre deux éléments de circuit par l'action réciproque des molécules d'éther, on peut considérer l'un des éléments comme fixe et l'autre seul comme libre. Nous supposons, dans ce cas-ci, que l'élément de circuit dans lequel m' se meut est libre, et que celui qui appartient à m est immobile. Si la molécule m' était seule en mouvement dans toute la masse d'éther, l'on ne peut, de la même manière que si elle était au repos, admettre que les répulsions exercées sur lui par toute la masse d'éther environnante s'annullent réciproquement; ces répulsions peuvent au contraire avoir une résultante S qui n'est pas zéro. La répulsion exercée sur la molécule m' en mouvement, par toute la masse d'éther environnante à l'exception de m, doit donc s'obtenir en retranchant de S la répulsion qui a lieu entre m et m', ou, ce qui revient au même, en ajoutant à S la dernière répulsion prise avec le signe contraire. Il s'agit maintenant de trouver le mouvement imprimé à la molécule m', ou plutôt à l'élément de circuit où se meut m', par la mise en mouvement de la molécule m.

De même que pour les phénomènes électrostatiques, nous avons à prendre en considération les quatre circonstances suivantes: 1° l'action réciproque directe des deux molécules d'éther; 2° la différence entre l'action exercée sur m' par *la totalité* de la masse d'éther environnante, quand m est supposé au repos, et l'action exercée sur la même molécule m' par tout l'éther environnant *à l'exception de* m; 3° l'action de m sur l'espace occupé par m'; et 4° l'action sur le même espace de toute la quantité d'éther environnant à l'exception de m. La diffé-

rence énoncée au numéro 2 est évidemment égale à la répulsion, prise avec le signe contraire, entre la molécule m censée immobile et la molécule m'; et l'action indiquée au n° 4 est identique à la répulsion, prise avec le signe contraire, entre la molécule m considérée comme immobile et l'espace en question. Si l'on ajoute les actions sur m' prévues dans les deux premiers cas, et si l'on en retranche la somme correspondante des deux derniers, on obtient, en conformité du principe d'Archimède, l'action cherchée sur m' ou sur l'élément de circuit où m' se meut.

Pour saisir plus clairement la justesse du procédé ci-dessus, que l'on pose la question de la manière suivante : ce dont il s'agit, c'est de trouver le mouvement produit chez la molécule m', ou plutôt chez l'élément de circuit où m' se trouve, par la mise en mouvement de la molécule m. Or, le mouvement cherché chez l'élément de circuit de m', dépend évidemment de la modification amenée dans la répulsion entre m' et m, par la circonstance que cette dernière a été mise en mouvement. On obtient donc l'expression du mouvement cherché, en retranchant de la répulsion entre les molécules m' et m, quand cette dernière est considérée comme en mouvement, la répulsion entre les mêmes molécules quand on considère la molécule m comme étant au repos. Le reste obtenu de la sorte, n'est en réalité rien autre que la somme des deux premiers cas énoncés ci-dessus. On obtient d'une manière analogue les effets de répulsion auxquels se réfèrent les deux derniers cas. Il est maintenant facile de trouver l'expression algébrique de l'action réciproque de deux éléments de courant. Si nous supposons que les deux molécules m et m' se meuvent sur des lignes pa-

rallèles dans la même direction, comme, par exemple, vers b et b', leur distance réciproque ne subira aucune modification, vu qu'elles se meuvent avec la même vitesse. Leur action réciproque directe sera de la sorte la même que si elles étaient toutes deux au repos. On a donc pour l'action qui se réfère au cas n° 1 :

$$-\frac{mm'}{r^2}.$$

Comme m' s'éloigne de m, si cette dernière est considérée au repos, on a pour le cas n° 2 :

$$+\frac{mm'}{r^2}\left[1+\varphi(+h.\cos\theta)+\psi\left(\frac{h^2}{r}[1-\cos^2\theta]\right)\right].$$

On obtient pour le n° 3, où m se rapproche de l'espace occupé par m' :

$$-\frac{mm'}{r^2}\left[1+\varphi(-h.\cos\theta)+\psi\left(\frac{h^2}{r}[1-\cos^2\theta]\right)\right].$$

On a, en dernier lieu, pour le n° 4 :

$$+\frac{mm'}{r^2}.$$

Si maintenant l'on retranche la somme des deux dernières expressions de la somme des deux premières, on trouve, comme résultat définitif :

$$+\frac{mm'}{r^2}\left[\varphi(+h.\cos\theta)+\varphi(-h.\cos\theta)+2\psi\left(\frac{h^2}{r}[1-\cos^2\theta]\right)\right] \quad . \; . \; (3).$$

Ce résultat est l'expression théorique de l'influence réciproque de deux éléments de courant qui se meuvent dans la même direction sur des lignes parallèles.

En rendant dans la formule (3) cos θ égal à zéro, c'est-à-dire en supposant que la ligne de jonction entre les deux éléments de courant forme un angle droit avec les lignes de direction des courants, la fonction φ devien-

dra, comme on l'a vu déjà, égale à zéro. On aura donc pour ce cas :

$$+\frac{mm'}{r^2}\cdot 2\psi\left(\frac{h^2}{r}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4).$$

Or, d'après ce qui précède, la valeur de la fonction ψ est toujours positive. Il suit de là, que, dans cette position, les éléments de courant s'attirent mutuellement, fait déjà démontré par l'expérience.

Nous allons maintenant comparer le résultat théorique avec l'expérience, à l'effet de déterminer les fonctions φ et ψ.

Ampère a, comme on le sait, déterminé par la voie expérimentale l'action mutuelle de deux éléments de courant, et W. Weber a constaté par des expériences très-exactes la justesse des résultats du physicien français. Pour le cas où les éléments de circuit sont parallèles, r étant leur distance et θ l'angle formé par l'un d'eux avec leur ligne de jonction, la formule d'Ampère est :

$$+\frac{kii'}{r^2}\left(1-\frac{3}{2}\cos^2\theta\right)ds\,ds' \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5),$$

expression dans laquelle i et i' désignent les intensités de deux courants, ds et ds' les deux éléments de circuit et k une constante. Aussi longtemps que cette expression est positive, l'attraction se produit entre les éléments de circuit le long de leur ligne de jonction. Si les deux courants suivent la même direction, et qu'ils aient par conséquent le même signe, les éléments s'attirent mutuellement aussi longtemps que le terme $\frac{3}{2}\cos^2\theta < 1$. S'ils vont par contre en sens inverse l'un de l'autre et qu'ils aient, par conséquent, des signes contraires, la répulsion a lieu jusqu'à cette limite. Si, maintenant, μ et μ' désignent

les quantités d'électricité sur l'unité de longueur des deux circuits, on aura $\mu h = i$ et $\mu' h = i'$, h indiquant la vitesse du courant. Or, μds et $\mu' ds'$ correspondent à ce qui dans la formule théorique a été désigné par m et m'. La formule d'Ampère peut donc s'écrire sous la forme :

$$+ \frac{k m m' h^2}{r^2} \left(1 - \frac{3}{2} \cos^2 \theta\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6).$$

En rendant $\cos \theta$ égal à zéro, on obtient par la comparaison avec la formule (4) :

$$2 \psi \left(\frac{h^2}{r}\right) = k h^2 ;$$

d'où l'on tire, en remplaçant h^2 par $h^2 (1 - \cos^2 \theta)$:

$$2 \psi \left(\frac{h^2}{r} [1 - \cos^2 \theta]\right) = k h^2 (1 - \cos^2 \theta) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7).$$

En rendant dans la formule (3) $\cos \theta = 1$, la valeur de la fonction ψ devient égale à zéro. Dans ce cas, les deux éléments de courant sont situés sur une seule et même ligne, fait par lequel leur vitesse relative devient constante et égale à zéro. La formule (3) devient de la sorte

$$+ \frac{m m'}{r^2} [\varphi(+h) + \varphi(-h)] \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8).$$

En posant de la même manière $\cos \theta = 1$ dans la formule empirique (6), on obtient par la comparaison avec la formule (8) :

$$\varphi(+h) + \varphi(-h) = -\frac{1}{2} k h^2 ;$$

d'où, si l'on remplace h par $h. \cos \theta$, l'on obtient :

$$\varphi(+h. \cos \theta) + \varphi(-h. \cos \theta) = -\frac{1}{2} k h^2, \cos^2 \theta \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9).$$

En introduisant maintenant dans la formule théorique

(3) les valeurs trouvées de la fonction ψ et de la somme $\varphi(+h.\cos\theta)+\varphi(-h.\cos\theta)$, on obtient :

$$+\frac{kmm'h^2}{r^2}\left(1-\frac{3}{2}\cos^2\theta\right),$$

formule identique à celle tirée directement des observations.

La formule (9) ci-dessus détermine la somme des deux fonctions φ. Cette somme est toujours négative. On n'en peut naturellement pas conclure immédiatement la forme de la fonction elle-même, vu qu'un terme pourrait avoir disparu dans l'addition. On sait d'après ce qui précède que $\varphi(-h)$ doit toujours être négatif, mais, par contre, $\varphi(+h)$ toujours positif. Cela n'est possible que par un seul moyen, savoir que la fonction φ contienne, outre le terme dans lequel entre le carré de la vitesse relative, un second terme où cette vitesse entre à une puissance impaire, et que la valeur de ce dernier terme soit plus grande que celle du premier. Nous supposerons maintenant que cette puissance impaire soit la première, supposition la seule correcte, comme on le verra quand il sera question de deux courants parallèles à direction opposée. Cela nous donne :

$$\left.\begin{aligned}\varphi(-h.\cos\theta)&=-ah.\cos\theta-\frac{1}{4}kh^2\cos^2\theta\\ \varphi(+h.\cos\theta)&=+ah.\cos\theta-\frac{1}{4}kh^2\cos^2\theta\end{aligned}\right\}\quad\ldots\quad(10),$$

où a est une constante. On a donc obtenu le même résultat que si l'on s'était figuré la fonction φ développée en série suivant les puissances ascendantes de la vitesse relative, et si l'on n'avait conservé que les deux premiers termes de cette série.

Nous passons maintenant au cas où les molécules m

et m' se meuvent en direction *opposée* dans des circuits parallèles. Nous supposons que la molécule m' se meut vers le point a', tandis que m s'avance vers le point b (fig. 3). Il est évident que la vitesse relative entre m et m' doit être dans ce cas plus grande du double, que si l'une des molécules était au repos et si l'autre se mouvait avec la même vitesse h qu'auparavant. Il faudra donc écrire $2h$ à la place de h, ce qui s'applique également à la variation de la vitesse. Le fait est parfaitement le même, soit que les molécules se rapprochent ou qu'elles s'éloignent l'une de l'autre. Avec l'emploi des formules (1), (7) et (10), on obtient de la sorte, pour l'action indiquée dans le n° 1, c'est-à-dire pour l'action directe entre deux molécules en mouvement :

$$-\frac{mm'}{r^2}\left[1-2ah\cos\theta-\frac{1}{4}\,.\,4kh^2\cos^2\theta+\frac{1}{2}\,.\,4kh^2(1-\cos^2\theta)\right].$$

Pour l'action à laquelle se réfère le n° 2, c'est-à-dire la répulsion, prise avec le signe contraire, entre les molécules m' et m, dont la première est considérée en mouvement et la seconde à l'état de repos, on obtient :

$$+\frac{mm'}{r^2}\left[1-ah\cos\theta-\frac{1}{4}kh^2\cos^2\theta+\frac{1}{2}kh^2(1-\cos^2\theta)\right].$$

On obtient pour l'action prévue n° 3 :

$$-\frac{mm'}{r^2}\left[1-ah\cos\theta-\frac{1}{4}kh^2\cos^2\theta+\frac{1}{2}kh^2(1-\cos^2\theta)\right];$$

et, en dernier lieu, pour le n° 4 :

$$+\frac{mm'}{r^2}.$$

Si, maintenant, l'on retranche la somme des deux derniers numéros de la somme des deux premiers, on obtient, comme expression de l'action que deux éléments

de courant exercent l'un sur l'autre quand ils se meuvent en direction opposée dans des circuits parallèles :

$$-\frac{k m m' h^2}{r^2}\left[1-\frac{3}{2}\cos^2\theta\right] \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (11);$$

ce qui se trouve en pleine concordance avec la formule empirique d'Ampère.

Ce qui vient d'être dit, se rapporte à la supposition que la vitesse h est la même dans les deux circuits. Il est facile, toutefois, de prouver que la démonstration ci-dessus s'applique également au cas où la vitesse est plus grande dans un circuit que dans l'autre. Supposons que la vitesse dans le circuit $a'b'$ (fig. 3) est h', et, dans le circuit ab, égale à h; supposons encore que $h' < h$, et que le mouvement dans les deux circuits va dans la même direction, savoir vers b et b'. Il est évident que la vitesse relative n'est pas modifiée par la circonstance que la vitesse *absolue* des deux molécules augmente ou diminue d'une quantité égale. Si nous posons que chacune des molécules m et m' reçoit une vitesse h' dans une direction opposée à la direction précédente, la molécule m' entre en repos, tandis que, par contre, la molécule m continue à se mouvoir dans la même direction qu'auparavant, mais avec la vitesse $h-h'$. Leur vitesse *relative* est par suite, et en vertu de ce qui précède, $h-h'\cos\theta$. On obtient donc pour l'action prévue n° 1 :

$$-\frac{m m'}{r^2}\left[1-a(h-h')\cos\theta-\frac{1}{4}k(h-h')^2\cos^2\theta+\frac{1}{2}k(h-h')^2(1-\cos^2\theta)\right];$$

pour l'action à laquelle se réfère le n° 2 :

$$+\frac{m m'}{r^2}\left[1+a h'\cos\theta-\frac{1}{4}k h'^2\cos^2\theta+\frac{1}{2}k h'^2(1-\cos^2\theta)\right].$$

Le n° 3 donne :

$$-\frac{mm'}{r^2}\left[1-ah\cos\theta-\frac{1}{4}kh^2\cos^2\theta+\frac{1}{2}kh^2(1-\cos^2\theta)\right],$$

et, en dernier lieu, le n° 4 :

$$\frac{mm'}{r^2}.$$

La soustraction de la somme des deux derniers résultats de la somme des deux premiers donne :

$$+\frac{kmm'}{r^2}\left[1-\frac{3}{2}\cos^2\theta\right]hh',$$

ce qui, comme on le voit, concorde avec l'expérience.

Pour le cas où les courants parallèles vont avec une vitesse inégale dans une direction opposée, on obtient d'une façon analogue le même résultat, mais avec le signe *moins*.

Il est facile, à l'aide de ce qui précède, de déduire la formule générale d'Ampère pour l'action mutuelle de deux éléments de courant dont les positions sont indéterminées. Or, les formules empiriques données par Ampère, comprennent les lois de tous les phénomènes électrodynamiques. Nous venons donc de montrer que ces phénomènes peuvent, tout aussi bien que les électrostatiques, être expliqués par l'admission d'un seul fluide. Notre démonstration s'appuie sur deux principes fondamentaux, savoir : 1° sur le principe d'Archimède dont l'applicabilité aux phènomènes de cette nature paraît théoriquement incontestable, et a été en outre expérimentalement prouvée par les expériences de Plucher citées au commencement de ce travail; 2° sur la thèse importante et axiomatique à nos yeux, que tout ce qui se passe ou s'effectue dans la nature extérieure exige un certain

temps. Nous n'avons, au reste, pas eu besoin d'attribuer au fluide électrique des propriétés contraires à celles qui appartiennent à l'éther de lumière.

La lumière, la chaleur et l'électricité deviennent ainsi des phénomènes qui se passent dans la même matière. Ces trois groupes principaux de phénomènes naturels ont été mis par là dans la plus étroite relation les uns avec les autres.

Dans la description de quelques phénomènes relatifs à l'électricité, on voit parfois émettre la remarque que ces phénomènes ne peuvent s'expliquer à l'aide d'un seul fluide électrique. Ainsi, l'on a prétendu, par exemple que la simultanéité des deux étincelles extrêmes dans les expériences bien connues de WHEATSTONE sur la vitesse de propagation de l'électricité, seraient une preuve contre la justesse d'une telle admission. On s'est figuré, à ce qu'il paraît, qu'en admettant l'existence d'une seule matière électrique, il faudra aussi admettre que la *même* quantité d'électricité forme les deux étincelles, de sorte que celle d'entre elles qui se trouve le plus près de l'armature négative de la batterie, ne peut se produire que lorsque l'électricité a eu le temps de parcourir les deux fils conducteurs. Il nous est impossible de souscrire à cette manière de voir. L'éther présente, sur l'armature négative de la batterie, une densité *moins grande* que sur le fil conducteur en contact avec cette armature. Sur l'armature positive, par contre, la densité de l'éther est plus grande que sur le fil conducteur partant de cette dernière armature. Lors de la décharge de la batterie une quantité d'éther passe de l'armature positive sur le fil conducteur en contact avec elle ; mais simultanément une autre quantité d'éther passe sur l'armature négative du fil conduc-

teur en contact avec cette dernière. Les deux étincelles extrêmes se montrent par suite simultanément.

On a voulu voir de même une preuve de l'existence de deux fluides électriques dans la différence qui se présente entre les figures de Lichtenberg quand on emploie pour les produire l'électricité positive et l'électricité négative. Mais, comme l'on sait que cette différence disparaît dans le vide, il semble impossible d'en tirer une conclusion certaine pour l'une ou l'autre opinion. Il en est de même, sans nul doute, de quelques autres phénomènes auxquels on a cru devoir attacher une certaine importance dans la matière en question.

D'un autre côté, plusieurs phénomènes appuient avec certitude l'opinion que la matière, constituant la base des phénomènes électriques, est simple et indivisible. Nous signalons entre autres le fait étudié par WIEDEMANN et d'autres physiciens, qu'un liquide à travers lequel passe un courant galvanique est entraîné mécaniquement dans la direction du courant positif. Pour expliquer cette circonstance, il est nécessaire d'admettre que le courant négatif ou ne possède pas du tout cette propriété, ou ne la possède du moins qu'à un moindre degré que le courant positif, tandis que l'on est forcé d'admettre, d'autre part, pour l'explication de plusieurs autres phénomènes, que le courant positif et le courant négatif se comportent d'une manière identique vis-à-vis de la matière. A la circonstance qui vient d'être énoncée, se rattache le fait connu que le pôle positif d'un arc voltaïque et la boule positive dans la formation des étincelles, sont principalement, sinon presque exclusivement rongés et détruits. Dans la seconde partie de ce travail, nous donnerons l'explication tant du fait que le pôle négatif n'est pas laissé entière-

ment intact, que des phénomènes étudiés d'une manière si remarquable par M. QUINCKE [1]. L'idée que l'on s'est faite du mode de propagation du courant positif et du courant négatif en direction inverse dans un conducteur, n'est nullement simple et, par suite, rien moins que naturelle. L'explication de ces phénomènes est infiniment plus facile à comprendre si l'on admet la présence d'un seul fluide électrique. L'existence de l'éther est aussi certaine que celle de l'atmosphère qui entoure notre globe. Si maintenant il est possible de prouver que les phénomènes électriques peuvent avoir leur source dans cet éther, nous pouvons de même être parfaitement assurés qu'il n'existe pas de fluide électrique spécial; car si, pour produire certains phénomènes, la nature peut se servir d'un seul agent, elle n'en emploiera pas deux.

[1] *Poggend. Annalen*, tome CXIII, p. 513 (1861).

QUELQUES MOTS
SUR LA VISION BINOCULAIRE

EN RÉPONSE AUX ARTICLES

DE MM. RAOUL PICTET ET JOSEPH LE CONTE

PAR

M. H. DOR

Professeur d'Ophthalmologie à l'Université de Berne.

Le numéro de février 1871 des *Archives des Sciences naturelles*[1] renferme un article très-intéressant de M. Raoul Pictet sur la vision binoculaire, dans lequel l'auteur émet des théories si subversives pour nos idées physiologiques actuelles, que j'aurais voulu répondre immédiatement à ce travail. Malheureusement j'en fus empêché par de trop nombreuses occupations. Quelques semaines après M. Raoul Pictet me fit le plaisir de me faire une visite à Berne et lorsque je lui eus exposé ma manière de voir, il offrit de rédiger lui-même mes observations en réponse à son mémoire. Je lui donnai toutes les notes nécessaires, mais l'article ne parut pas. J'ai su depuis que M. Pictet l'avait en effet rédigé, mais qu'il fût égaré dans les papiers de notre excellent ami Claparède. Sur ces entrefaites parut le travail de M. Le Conte[2] qui ramène la question sur son véritable terrain et donne des phénomènes très-bien observés, mais selon nous faussement

[1] *Archives des Sciences phys. et natur.*, 1871, t. XL, p. 105 et suiv.
[2] *Archives des Sciences phys. et nat.*, 1871, t. XLI, p. 394 et suiv.

interprétés par M. Pictet, des explications rationnelles auxquelles je souscris pleinement. Je ne reviendrai point sur ces faits et sur la démonstration des preuves. Je suis persuadé que les *images d'illusion* de M. Pictet n'existent absolument pas. Je les vois aussi bien que lui, mais les explications de M. Le Conte sont pour moi l'expression de la vérité et nullement celles de M. Pictet. Il en est de même de la *transparence* des images à laquelle M. Pictet ajoute une grande importance. Comme M. Le Conte, nous croyons que la raison pour laquelle la transparence des images doubles a été si peu étudiée par les divers auteurs tient à la facilité avec laquelle elle se conçoit. J'aurais donc considéré la discussion comme terminée, si M. Pictet n'était revenu à la charge dans le numéro des *Archives* du mois dernier (Janvier 1872) et je crois d'autant plus devoir répondre aujourd'hui, que M. Pictet cite d'une manière incomplète quelques faits que je lui avais exposés.

La question en vaut la peine, c'est un des points les plus controversés de la physiologie, et tous les faits qui tendront à élucider une partie quelconque de la théorie de la vision binoculaire ont une réelle importance. — Laissons donc de côté pour le moment les images d'illusion et cherchons à préciser la discussion.

Comme l'a fort bien dit M. Le Conte, il s'agit de savoir si la vision binoculaire ou mieux la vision stéréoscopique, si la vision *simple* avec *deux* yeux est due à une organisation anatomique congénitale, d'après laquelle les rayons partant d'un même objet affecteraient sur une rétine un point correspondant mathématiquement à un autre point

[1] *Archives des Sciences phys. et natur.*, janvier 1872, tome XLIII, p. 64 et suiv.

de la seconde rétine, lesquels comme l'admettait Müller correspondraient au centre à *une seule fibre* ou se *termineraient dans la même cellule du cerveau.*

C'est là la théorie *nativistique.*

La théorie contraire, théorie *empiristique,* admet que la vue se développe graduellement comme tous les autres sens et que les deux yeux apprennent à voir simple, comme nous arrivons, lorsque nous sentons dans la main un corps quelconque, une boule par exemple, à savoir qu'elle est simple, lors même que les cinq doigts transmettent au cerveau l'impression que chacun d'eux en reçoit. La théorie empiristique admet en un mot *l'éducation* des sens et celui de la vue en particulier.

M. Pictet est partisan très-décidé de la théorie nativistique; M. Le Conte ne se prononce point d'une manière si positive, toutefois il dit (p. 395) : « bien que je croie que l'évidence est accablante en faveur de la théorie nativistique et de l'opinion qui considère les points correspondants comme congénitaux, etc., » et nous voyons par là de quel côté il incline, lors même qu'il cherche à se tirer d'affaire en citant l'avis de Donders « qu'il y a du vrai dans les deux opinions» (p. 422). Quant à moi, il m'est impossible d'admettre la théorie nativistique. Toutes mes recherches sur la vision des arthropodes[1], sur le stéréoscope et la vision stéréoscopique[2] et, plus encore, l'étude de cas pathologiques me montrent que Rousseau avait raison lorsque déjà en 1762 il écrivait dans l'Émile : — « Exercer les sens n'est pas seulement en faire usage, c'est apprendre à bien juger par eux; c'est apprendre,

[1] *Archives des Sciences phys. et natur.*, décembre 1861.

[2] Das Stereoscop und das stereoscopische Sehen; Vortrag, etc. Bâle (Schweighauser), 1871.

pour ainsi dire, à sentir; car nous ne savons ni toucher, ni voir, ni entendre que comme nous l'avons appris. »

Les nouveaux faits que M. Pictet apporte à l'appui de sa théorie ne prouvent rien de plus en faveur de sa thèse. Page 72, numéro du 15 janvier, M. Pictet prétend que l'on peut voir transparent dans son entier un écran plus large que l'écartement interoculaire. Il aurait fallu parler de l'écartement du bord externe des deux pupilles et, dans ce cas, il n'y aurait eu aucune discussion. L'écran apparaît transparent dans son entier si la limite interne du champ visuel de l'œil gauche atteint la même limite de celui de l'œil droit, et uniquement dans ce cas. Seulement ici il faut tenir compte des capacités individuelles. M. Hering indique des expériences qu'il m'est impossible de répéter; mais M. Hering est myope et je ne le suis pas et, de plus, il a probablement une insuffisance des muscles droits internes. Claparède, dans son travail sur l'horoptre, cite aussi quelques expériences que ne peuvent pas répéter des yeux physiologiques, mais Claparède avait une myopie excessive et avait de plus subi plusieurs opérations de strabisme. Il en est de même de M. Pictet. Tandis qu'avec mes yeux emmétropes et physiologiques, je puis surmonter par divergence des prismes limités de 5° et par convergence 30 à 40°, M. Pictet, si je me rappelle exactement les mensurations que j'ai faites moi-même, peut surmonter autant par convergence, mais en outre a un pouvoir de divergence excessif, surmontant un prisme de 30°. Or, comme un angle au centre de 30° correspond à peu près à un déplacement de la pupille de 7^{mm}, il en résulterait que, avec un écartement normal des deux centres des pupilles correspondant, par exemple, à 56^{mm}, M. Pictet pourrait

reproduire des expériences qui ne seraient possibles à d'autres qu'avec un écartement de 63^{mm}. Dans aucun des nombreux travaux que j'ai étudiés sur ce sujet, je n'ai vu tenir compte de ces différences individuelles, et pourtant elles ont une grande portée. Je ne réfuterai ni l'observation de M. Pictet au sujet de son Arabe, ni une objection qui m'a été faite par M. Prevost au sujet de la vision au moyen de la chambre claire ajoutée au microscope. Ces deux nouveaux faits s'expliquent aussi facilement par les images vraies que par les soi-disant images d'illusions.

Il est du reste une expérience bien simple, que chacun peut répéter, et qui démontre de la manière la plus positive qu'il n'y a pas transmission par le cerveau. Nous voulons parler des phosphènes. Si, dans une chambre parfaitement noire, nous produisons, en pressant avec l'ongle sur la portion externe de l'œil gauche *fermé* ce que Serre a nommé le phosphène nasal, et qu'en même temps nous tenions l'œil droit ouvert, nous serions tenté d'affirmer de la manière la plus catégorique que nous voyons le phosphène avec l'œil droit; mais comme nous savons comment le phénomène se produit, comme du reste nous voyons exactement la même chose lorsque les deux yeux restent fermés, nous sommes bien forcés d'en venir à la conclusion, qu'il n'y a perception que dans l'œil gauche.

La doctrine des points correspondants de la rétine est à n'en pas douter une loi physiologique. C'est ce que l'on peut constater chaque jour sur soi-même. Il suffit de dévier un œil avec le doigt, tout en laissant l'autre ouvert, pour obtenir une diplopie, et l'écartement des doubles images correspondra exactement à la mesure

de la déviation. L'examen avec des prismes le prouve d'une manière encore plus précise et plus péremptoire. Si, par exemple, nous tenons devant l'œil droit un prisme de 5° à base en bas, les rayons traversant le prisme étant déviés du côté de la base n'arriveront plus sur la *fovea centralis,* mais sur un point situé à environ 1^{mm} plus bas. Or, cette portion de la rétine étant habituée à ne percevoir des impressions que d'objets situés dans un angle de 5° au-dessus de la ligne visuelle, c'est dans cette direction que nous extérioriserons la perception et nous verrons, ou croirons voir avec l'œil droit une image (par exemple la flamme d'une bougie) située au-dessus de l'image de l'œil gauche. C'est par ce procédé que nous sommes arrivés à mesurer d'une manière tout à fait exacte les divers degrés de strabisme. Nous reviendrons plus loin sur ce point. Dans l'œil normal et adulte nous admettons donc pleinement la théorie des points correspondants et avec elle tous les calculs et toutes les démonstrations géométriques de M. Pictet. Mais si tel est le cas habituel, il n'est nullement permis de conclure que ce soit par une nécessité anatomique. Le stéréoscope nous a au contraire démontré de la manière la plus positive, que nous pouvons percevoir sur les deux yeux des images légèrement dissemblables et les fusionner en une seule perception par un travail psychique, et ici je ne veux pas parler de la dissemblance des images qui produit la vision stéréoscopique, il ne s'agit que de figures linéaires. Si, par exemple, nous présentons à un œil sous le stéréoscope un cercle de 40 millimètres de diamètre, à l'autre un pareil de 38 millimètres, nous verrons un seul cercle avec un diamètre de 39 millimètres, si les prismes du stéréoscope ne sont pas convexes. Or, il est tout à fait

impossible que ces deux objets projettent dans le fond de l'œil des images occupant les points correspondants. Le contraire a également lieu; ainsi nous savons qu'un dessin d'une direction donnée, attirant notre attention, peut fausser notre jugement sur deux lignes tout à fait parallèles. Je n'ai qu'à citer les figures de Hering et celles de Zöllner (fig. 178 et 179 de l'optique physiologique de Helmholtz, p. 565 et 566 de l'édition allemande). Une identité absolue, anatomique ne permettrait pas de pareilles aberrations.

M. Pictet invoque ensuite l'entrecroisement des fibres du nerf optique dans le chiasma; mais l'on connaît des cas où les deux nerfs optiques sont, chez l'homme bien entendu, restés tout à fait séparés, sans qu'on ait soupçonné pendant la vie une pareille anomalie. M. H. Meyer a dans un tel cas fait des recherches dans la famille du défunt et personne n'a pu indiquer la moindre différence avec la vue de toutes les personnes qui l'entouraient [1]. Vésale (d'après H. Meyer) cite déjà des cas pareils. — La théorie nativistique aura de la peine à expliquer la vision chez les hiboux, les faucons et autres oiseaux qui, d'après H. Müller, ont dans chaque œil deux taches jaunes.

Si la théorie nativistique était vraie, la vision de l'enfant qui vient de naître serait à peu près, physiquement du moins, semblable à celle de l'adulte, mais il n'en est nullement ainsi. A côté du travail psychique, pour lequel le cerveau de l'enfant est tout à fait insuffisant, et qui nécessite une éducation procédant des notions les plus simples aux plus élevées, la rétine ne fonctionne pas physio-

[1] Du Bois-Reymond, Archiv für Anatomie, 1870, 4me fasc., p. 523. Eine historische Notiz über eine Varietæt des Nervus opticus.

logiquement. Nous avons sur ce point des recherches très-instructives de M. Cuignet [1] dont nous rapporterons ici seulement les résultats principaux. Parlant d'un enfant de 20 jours, il dit : « Si dans une chambre obscure et à 1 ou 2 mètres de distance, je présente dans la direction de son regard une bougie allumée, il la fixe avec attention; et si, tout à coup je l'écarte d'un mètre sur le côté ou par en haut, ou par en bas, il la perd de vue et porte vaguement ses yeux ailleurs. Si le hasard les a amenés dans la nouvelle direction de la flamme, ou si j'ai ramené la bougie dans la direction de son regard, il fixe de nouveau. Chaque fois que je déplace la lumière, il la perd de vue . . . . donc l'enfant n'a que la vision centrale, le champ visuel est *limité* dans toute la périphérie. » Je ferai observer que l'angle indiqué, un mètre de côté sur deux mètres de distance, correspond environ à 20 ou 25 degrés, tandis que le champ visuel d'un œil normal varie de 140° à 160° et même au delà. M. Cuignet prouve également que l'œil normalement construit, emmétrope, a la portée de la vue courte. De nouvelles expériences prouvent qu'à 3 ou 4 mois un enfant ne jouit pas encore des qualités normales de la vision, qu'il ne possède que vers le 6me mois. Et ici, je le répète, il n'est nullement question de jugement, d'appréciation, en un mot de la partie psychique de la vision, il ne s'agit que des phénomènes purement physiques. Mais il me tarde d'arriver à des preuves encore plus positives et c'est aux cas pathologiques qu'il faut les demander. La discussion s'égarera à perte de vue tant que l'on se bornera aux cas physiologiques; les preuves positives nous les demanderons à l'étude du strabisme.

[1] *Annales d'Oculistique*, septembre et octobre 1871, p. 47 et suiv.

Il va sans dire que je ne peux entrer ici dans tous les détails nécessaires, qui ne seraient compris que des ophthalmologistes; je tâcherai de résumer ce qui peut intéresser les physiologistes.

Les causes du strabisme sont de nature très-diverses, mais en négligeant certaines formes exceptionnelles, on peut les classer sous trois chefs principaux : 1° les paralysies musculaires; 2° le strabisme dû à une prépondérance d'une paire de muscles sur la paire antagoniste (prépondérance des droits internes sur les droits externes ou le contraire); je ne mentionne pas, à dessin, le strabisme en haut ou en bas qui est du reste assez rare et n'apporterait aucun fait nouveau tendant à éclaircir la question qui nous occupe; 3° le strabisme optique.

Revenons maintenant à chacune de ces catégories en particulier.

Les paralysies musculaires, d'une étude très-simple et très-facile lorsqu'il ne s'agit que du droit interne ou du droit externe, sont beaucoup plus compliquées lorsque plusieurs muscles sont affectés à la fois; mais dans tous les cas les résultats de l'examen au point de vue de la doctrine de l'identité sont dans un rapport mathématique avec le degré de la paralysie et l'action physiologique du muscle affecté. Il nous suffira donc d'un exemple et pour cela nous choisirons un des plus fréquents et en même temps le plus simple, la paralysie du nerf moteur oculaire *externe* (nervus abducens) qui, comme on le sait, innerve seulement le muscle droit externe. La paralysie dont il s'agit ici est rare dans l'enfance et dans la jeunesse, et n'affecte, par conséquent, que des yeux généralement sains, habitués à fonctionner ensemble dans l'exercice de la vision binoculaire. Supposons maintenant, comme

cela arrive quelquefois, qu'un homme dans la force de l'âge, ayant fait un assez long trajet en chemin de fer, la tête fréquemment à la fenêtre, exposée à un vif courant d'air, se réveille le lendemain matin avec une paralysie du droit externe de l'œil gauche. Le premier symptôme qui le frappera, et c'est celui qui l'amène chez l'oculiste, sera la diplopie. En étudiant les doubles images on s'apercevra bientôt qu'elles sont homonymes, c'est-à-dire celle de l'œil droit projetée à droite, celle de l'œil gauche à gauche (tandis que dans la divergence elles sont croisées); il suffit pour cela de mettre un verre coloré, rouge par exemple, devant un œil pour voir quelle image correspond à cet œil. De plus les images se rapprocheront et finiront par se fondre en une seule si le malade regarde du côté de l'œil sain, car de ce côté le muscle paralysé n'est pas appelé à agir; au contraire elles s'éloigneront toujours plus à mesure qu'il regardera à gauche, c'est-à-dire du côté du muscle paralysé. Nous étudierons un peu plus loin ces images doubles. Un second symptôme apparent sera la position de l'œil en légère convergence dans la vision directe dans la ligne médiane, le muscle droit interne l'emportant un peu par le fait de la paresse de son antagoniste. Cette convergence disparaît si le malade regarde du côté de l'œil sain. A gauche au contraire, au delà de la ligne médiane, l'œil affecté restera stationnaire si la paralysie est complète ou dépassera légèrement la ligne médiane, si la paralysie est incomplète, tandis que le muscle associé correspondant, ici le droit interne de l'œil droit travaillant normalement, amènera le bord de l'iris de l'œil droit jusque dans l'angle interne. Ainsi : position normale des deux yeux dans la vision à droite, légère convergence

en face et convergence très-considérable dans la vision à gauche; la mobilité de l'œil gauche est supprimée du côté gauche. Un symptôme qui dépend des précédents et s'explique facilement est la tendance qu'ont ces malades à porter la tête à gauche (du côté du muscle paralysé), ce qui leur permet d'éviter la diplopie à gauche en remplaçant l'action du muscle droit externe en portant tout l'œil et avec lui la tête du côté malade.

Cherchons maintenant à analyser la diplopie. Nous avons vu que le résultat de la paralysie du droit externe était une convergence qui s'accentuait toujours plus à mesure que le malade regardait davantage du côté gauche. Supposons maintenant un malade fixant un objet situé à 15° environ à gauche de la ligne médiane, l'œil droit se dirigera directement sur l'objet, l'image se trouvera donc sur la tache jaune, l'œil gauche ne pouvant dépasser la ligne médiane restera en convergence et cette convergence, si l'affection est récente, sera sensiblement égale à 15°; or en admettant (ce qui n'est pas tout à fait exact, mais ce qui n'a aucune importance pour notre hypothèse) que le centre de rotation de l'œil corresponde au centre de l'œil, il est évident que le rayon visuel tomberait sur la rétine suivant une ligne s'écartant de l'axe optique d'environ 15°, affectant ainsi un point situé à 3^{mm} en dedans de la tache jaune. Or cette portion de la rétine ayant jusqu'à présent toujours été affectée par des rayons venant de 15° à gauche de la ligne médiane, c'est aussi dans cette direction que nous reporterons l'impression produite, la projetant ainsi exactement à 15° à gauche de l'image véritable. Si maintenant nous tenons devant l'œil un prisme à base en dehors de 3°, 4°, 5°, jusqu'à 15°, nous verrons les images

se rapprocher de plus en plus jusqu'à ce qu'elles finissent à 15° par se fusionner complétement. — C'est ainsi que les choses se passent et tous ces phénomènes s'expliquent admirablement par la théorie des points correspondants, grâce à laquelle nous obtenons ainsi un moyen de doser le strabisme avec une exactitude presque mathématique. Nous comprenons également par la fausse projection un symptôme constant dans le strabisme paralytique qui est la fausse appréciation de la position des objets et l'espèce de vertige qui en résulte. En effet, si nous présentons devant l'œil gauche de notre malade un objet quelconque, un crayon par exemple (l'œil droit étant fermé), si nous le tenons (par rapport au malade) à 20° à gauche de la ligne médiane, et si nous lui demandons de le saisir rapidement, il ira toujours le chercher plus à gauche, et en général toujours plus du côté du muscle paralysé, car l'image sera perçue par une place de la rétine située à 20°+15° à droite de la macule latée et en conséquence c'est sur le prolongement de la ligne qui aurait correspondu à ce point dans l'œil avant la déviation que le malade croira voir et ira chercher l'objet.

Tels sont les symptômes du strabisme paralytique ; ils semblent donc donner gain de cause à la théorie nativistique, quoiqu'ils puissent aussi bien s'expliquer par la longue habitude et par l'éducation du sens de la vue. Mais n'oublions pas que nous avons affaire ici à deux yeux parfaitement normaux jusqu'au jour où la paralysie s'est déclarée. Nous verrons maintenant que les choses se passent tout différemment dans d'autres formes de strabisme.

Si nous examinons les autres espèces de strabisme, nous verrons que presque toutes se réduisent à un man-

que d'équilibre entre les différentes paires musculaires, prépondérance des droits internes sur les droits externes, ou le contraire, ou, si nous pouvons employer l'expression consacrée en opthalmologie, à une *insuffisance musculaire*. Si cette insuffisance n'est pas considérable, l'aversion innée pour la diplopie, qui est une des lois de l'optique physiologique, surmonte cette insuffisance, le strabisme reste latent, causant tout au plus, plus ou moins d'asthénopie (fatigue de la vue), et il nous faut, pour le découvrir, avoir recours à divers procédés dont le meilleur est d'employer devant un œil un prisme assez fort, par exemple de 10°, la base en bas ou en haut. Il en résulte une diplopie forcée et la position des doubles images nous renseigne alors sur la véritable force des muscles. L'expérience a prouvé que si nous examinons de cette manière à 10 pieds environ et à 15° au-dessous de la ligne horizontale la flamme d'une bougie, les deux images doivent être exactement superposées si les muscles sont dans un équilibre parfait. La flamme vue par l'œil gauche se porte à droite s'il y a insuffisance des droits internes, et le contraire pour l'insuffisance des externes. Toujours la même loi, images croisées pour la divergence, homonymes pour la convergence. Le degré du prisme qui, à base en dedans dans le premier cas, en dehors dans le second, ramène les deux images exactement l'une au-dessus de l'autre pour la distance indiquée ci-dessus, que nous appelons le lieu d'élection, mesure exactement le degré de ce strabisme latent. C'est là le *strabisme dynamique* de de Græfe.

Supposons maintenant dans un cas pareil qu'un œil se perde par un accident, par une cataracte, ou cesse seulement de participer à la vision binoculaire à cause d'une

tache de la cornée ou même d'une inflammation de longue durée, les muscles n'auront plus de raison de faire un effort qui n'est plus réclamé par la nécessité impérieuse d'éviter la diplopie et il en résultera un strabisme non plus latent mais apparent et permanent, soit divergent soit convergent selon la nature de l'insuffisance préexistante. Cette forme du strabisme est connue sous le nom de *strabisme optique.* — Ceci nous conduit à une autre forme qui, comme on le verra, a une grande importance au point de vue de la question qui nous occupe, il s'agit du strabisme convergent *concomitant,* de la forme la plus fréquente et dont la cause occasionnelle est presque dans tous les cas l'hypermétropie (la cause première est probablement toujours une insuffisance des droits internes).

Les recherches minutieuses et si exactes de Donders ont mis en lumière un point très-intéressant et très-important de la vision binoculaire, à savoir qu'il y a un rapport constant ou du moins sujet à de très-faibles variations entre le degré de convergence des axes optiques et l'accommodation. Ou, en d'autres termes, si nous regardons un objet situé par exemple à 30 centimètres de nos yeux, non-seulement nous adapterons à cette distance notre appareil accommodateur, mais en même temps nos axes visuels convergeront vers ce point. Dans les cas d'hypermétropie l'accommodation doit pour toutes les distances faire en sus de l'accommodation normale un effort égal au degré de l'hypermétropie; or d'un côté cela ne se peut faire sans que les muscles de la convergence fassent eux aussi un effort plus considérable, d'un autre côté l'effort de la convergence vient en aide à celui de l'accommodation. En effet nous voyons ordinairement les hypermétropes converger davantage pendant le travail, afin

de mieux accommoder. C'est là un strabisme passager auquel on a donné le nom de *strabisme intermittent*, et quelquefois celui de *strabisme alternant* lorsque, les deux yeux étant exactement de même force, la convergence se remarque tantôt et indifféremment sur l'œil gauche ou sur le droit. Mais bientôt les muscles internes travaillant ainsi d'une manière exagérée, se fortifient de plus en plus par cet exercice comme par une gymnastique spécialement dirigée vers ce but, les muscles externes s'affaiblissent d'autant et il en résulte un strabisme permanent, auquel on a donné le nom de strabisme « *concomitant*, » parce que, contrairement à ce qui a lieu dans le strabisme paralytique, la déviation une fois établie est un défaut d'équilibre qui accompagne l'œil au même degré dans toutes ses positions, qu'il se porte à droite ou à gauche ou qu'il regarde en face. Ce strabisme concomitant est de beaucoup le plus fréquent de toutes les différentes formes. C'est lui qui donne les plus beaux résultats au chirurgien ; mais pour cela il faut absolument analyser et étudier d'une manière approfondie chaque cas particulier. N'ayant pas à nous occuper ici de cette affection au point de vue ophthalmologique, nous n'entrerons pas dans d'autres détails à ce sujet. Nous négligerons également de mentionner quelques formes exceptionnelles de strabisme, dues à une contracture ou à une affection spasmodique des muscles, et nous revenons à notre strabisme concomitant.

Contrairement au strabisme paralytique ou au strabisme optique, et c'est là un des points les plus importants sur lequel nous ne saurions trop insister, le strabisme concomitant est une affection dont le début remonte toujours à l'enfance. Pendant les quelques pre-

miers mois de sa vie l'enfant n'a encore aucune fixité dans le regard, les yeux sont tantôt en convergence, tantôt en divergence, tantôt normalement dirigés. Dans les deux premières années nous voyons se développer les formes du strabisme musculaire (convulsions, affections cérébrales, si fréquentes chez les enfants) et le strabisme concomitant dans les cas d'insuffisance musculaire, accompagnés d'une amblyopie congénitale grave d'un des yeux. Il s'agit de nouveau ici, si l'on veut, d'un strabisme optique; mais si les deux yeux, tous deux hypermétropes, voient également bien, ce n'est guère que vers l'âge de 3—7 ans, c'est-à-dire quand l'enfant commence à vouloir se servir de son accommodation pour regarder d'une manière prolongée des objets rapprochés, que l'accommodation défectueuse appelle à son aide la convergence et que nous voyons se développer le strabisme, intermittent ou alternant d'abord, qui deviendra le strabisme concomitant.

Supposons maintenant qu'un cas pareil n'ait pas été opéré et nous soit présenté, par exemple à 14 ans, c'est-à-dire à un âge auquel nous sommes en droit d'attendre du malade des réponses raisonnables et positives, et étudions un instant la diplopie (les autres symptômes n'ayant pas de rapport direct avec le sujet qui nous occupe, nous les passerons sous silence).

Un premier fait nous frappera, c'est que, contrairement à ce qui a lieu pour le strabisme paralytique, *la diplopie n'existe pas pour le malade.* Il ne s'en est jamais aperçu et ne s'en plaint jamais. Toutefois elle existe, mais c'est, si je puis m'exprimer ainsi, un symptôme artificiel; en effet, il nous faut avoir recours à divers moyens pour que le malade ait conscience de sa diplopie. Si la vue des deux yeux est assez semblable, si l'un n'est pas beau-

coup plus faible, il suffit de faire regarder à une certaine distance (10—20′) la flamme d'une bougie en mettant un verre rouge devant l'œil qui fixe ordinairement. Le verre coloré, non-seulement différencie la vision des deux yeux, mais encore diminue l'intensité de l'impression du meilleur œil et rend ainsi les images plus semblables. Mais si un œil n'a pas fonctionné depuis de longues années, l'acuité visuelle de cet organe a baissé à un tel point, le malade a si bien appris à négliger les impressions transmises de ce côté, que ces moyens ne suffisent plus et il nous faut alors avoir recours à un autre procédé qui consiste (comme nous l'avons fait pour l'insuffisance, mais dans un autre but) à tenir devant le bon œil un prisme, par exemple de 10°, la base exactement en bas ou en haut. L'image tombant alors sur une zone excentrique de la rétine, est 10, 15, 20 fois moins nette que si elle tombait sur la tache jaune et devient par cela même beaucoup plus comparable à celle du mauvais œil. Enfin, si ce procédé ne suffit pas encore, on parvient quelquefois à atteindre le but de provoquer la diplopie, lorsqu'on fait les essais dans une chambre tout à fait obscure où la flamme en observation est le seul objet brillant; dans d'autres cas enfin il faut un examen, une étude de plusieurs jours. Lorsqu'une fois nous sommes arrivés à faire reconnaître les doubles images, nous n'avons plus qu'à ajouter un second prisme, à base en dehors pour le strabisme convergent, en dedans pour le divergent, assez fort pour que les deux images soient exactement superposées et le degré de ce second prisme nous indiquera exactement le degré du strabisme. Admettons que nous ayons, par exemple, trouvé une conver-

gence de 30°. Nous ferons une ténotomie dosée d'après cette donnée et nous obtiendrons ensuite la vision binoculaire. Voilà pour les cas ordinaires où tout est simple et où tout va bien. La déviation de 7 millimètres environ correspondait au degré de la diplopie et l'opération a corrigé le défaut. Mais en examinant un grand nombre de cas, on est tout à coup étonné d'en trouver un tout différent. La déviation apparente est de 7 millimètres; mais le prisme à base en bas fait apparaître des doubles images sensiblement verticales au-dessus l'une de l'autre, s'écartant à peine de 1 ou 2 degrés à droite ou à gauche, au lieu des 30° qu'on s'attendait à trouver. Ce sont ces cas-là que J. Müller et de Græfe appelaient « strabismus incongruus, » qu'ils expliquaient par une anomalie congénitale de l'une des deux rétines, lesquelles, n'étant plus superposables d'après la théorie de l'identité, étaient « incongruentes. » Or, M. Javal a déjà démontré en 1868 (Du Strabisme, etc., par E. Javal. Victor Masson, Paris) dans une brochure très-intéressante que l'hypothèse de l'incongruence ne reposait pas sur un examen approfondi des faits, et il est arrivé à la conclusion que les malades en question avaient par une longue habitude appris à extérioriser leurs impressions avec l'œil dévié dans la direction réelle des objets, regardant ainsi, pour cet œil, avec une partie excentrique de la rétine, laquelle s'attribue les fonctions et joue le rôle de la tache jaune. C'est une tache jaune physiologique, si je puis m'exprimer ainsi, mais, comme nous le verrons, nullement anatomique et seulement déplacée, comme le croyaient MM. Müller et de Græfe. En effet, M. Javal a le premier démontré que si, au moyen de son stéréoscope à miroirs ou avec des prismes, on fait tomber les rayons lumineux

dans la direction de la vraie tache jaune anatomique, il y avait également perception, mais cette fois, comme on aurait dû s'y attendre, dans un œil normalement constitué. Ainsi donc, comme le dit fort bien M. Javal (l. c., p. 22), il y avait diplopie monoculaire et avec les deux yeux vision *triple*. Malheureusement de pareils cas sont rares. En effet, pour qu'un œil soit constamment dévié, pour que le strabisme soit monolatéral, il faut une faiblesse congénitale ou datant de la première enfance de cet œil par rapport à l'autre et pour que les deux yeux apprennent par la suite à fonctionner ensemble, pour que l'œil moins bon cherche malgré sa position défectueuse, à laquelle il ne peut désormais plus remédier, à servir à la vision binoculaire, il faut qu'à son tour la vision du bon œil s'affaiblisse assez pour que les impressions perçues par les deux yeux ne soient pas trop dissemblables. Or, ces conditions se rencontrent très-exceptionnellement, ce qui explique la rareté de cette forme du strabisme. Du reste, nous croyons que les cas se multiplieront à mesure que l'attention se portera davantage sur eux et que l'examen se fera d'une manière plus approfondie. Quant à nous, nous avons rencontré jusqu'ici deux cas pareils. Nous publierons dans un compte rendu de notre Clinique les chiffres exacts, mais voici à peu près les faits. Étant donné un strabisme convergent d'environ 7 millimètres, les doubles images superposées ou à peu près, on corrige la moitié de la déviation, soit environ 15° et l'on se trouve en face du fait, d'abord étonnant et inexpliquable, mais qui se comprend très-bien en admettant les deux taches jaunes, l'une anatomique, l'autre physiologique, ou, ce qui revient au même, la diplopie monoculaire démontrée par Javal, que l'on obtient une vision

binoculaire avec un prisme de 15° aussi bien si, en le tenant la base en dehors, on corrige le reste de convergence, que si, en le tenant la base en dedans, on remédie à la divergence latente qui vient de se produire par rapport à la tache jaune excentrique.

Or il est évident que, si un point quelconque en dehors de la tache jaune peut arriver à fonctionner simultanément avec la tache jaune de l'autre œil, et cela en nous procurant la notion de la vision simple et binoculaire, la *théorie nativistique est insoutenable. Quod erat demonstrandum.*

Les cas semblables aux deux que nous avons observés ne sont plus des exceptions ; les exemples se sont multipliés dans les ouvrages d'ophthalmologie. Nous avons toutefois cru devoir entrer dans de si longs détails sur le strabisme, tâchant de négliger tout ce qui était trop médical, car nous croyons que les physiciens et les physiologistes ont tenu trop peu de compte des découvertes pathologiques.

Nous pourrions encore fournir d'autres preuves contre la théorie de l'identité. Nous voyons par exemple tous les jours des personnes myopes d'un œil et emmétropes de l'autre, ayant par conséquent des images rétiniennes de différente grandeur et jouissant malgré cela de la vision simple et binoculaire ; mais dans ces cas-là on pourrait admettre que l'accommodation corrige le défaut de réfraction, quoiqu'il soit facile de prouver que ce n'est point complétement le cas ; mais ici encore les faits pathologiques sont les plus concluants, parce que les malades ayant joui d'une vue normale sont seuls capables de juger et d'apprécier à leur juste valeur les changements survenus dans leur état.

Ici encore nous pourrions citer un cas très-intéressant que nous publierons dans tous les détails lorsque l'observation sera suffisamment complète sous d'autres rapports.

Il s'agit d'une dame très-intelligente, douée d'un joli talent pour la peinture, et pouvant par là même rendre ses impressions d'une manière positive, que nous vîmes pour la première fois en décembre 1869. Elle se plaignait d'asthénopie. Cette faiblesse de la vue fut dès le mois de mars 1870 jusqu'à aujourd'hui (la dernière fois que nous eûmes occasion de l'examiner était le 25 novembre 1871), accompagnée de micropsie de l'œil droit. Or la malade dessine très-exactement ses impressions; une ligne de 5 millimètres de long qu'elle voit dans ses dimensions naturelles avec l'œil gauche, lui paraît n'en avoir que trois lorsqu'elle la voit avec l'œil droit et *4 avec les deux*. Cette dernière assertion nous a été faite spontanément par la malade sans que nous ayons appelé son attention sur ce point, ni par des questions, ni d'aucune autre manière. Voilà donc deux sensations, deux impressions, deux images différentes fusionnées par le cerveau en une seule qui *tient le milieu entre les deux*. Qu'on explique ces faits par la théorie nativistique! Nous ajouterons seulement que la nature de cette micropsie nous est encore hypothétique. L'ophthalmoscope démontre une atrophie commençante et progressive de la rétine avec dépôts pigmentaires vers la périphérie et nous ne sachions pas qu'on ait jusqu'à présent observé la micropsie dans des cas pareils. L'accommodation est tout à fait normale et il ne s'agit point d'une micropsie semblable à celle que l'on observe après l'usage de la belladone, car l'application de l'extrait de fève de Calabar,

que nous avons essayée, n'a point entièrement corrigé la micropsie.

Nous croyons qu'il résulte des faits qui précèdent que ta théorie *nativistique* est, comme nous l'avons dit, *insoutenable*. Nous pourrions ajouter d'autres considérations qui parleraient également contre certains points de la théorie empiristique ou de celle des projections. Mais il nous faudrait entrer dans des détails pathologiques qui ne sont pas à leur place dans une courte notice comme celle que nous livrons aujourd'hui à la publicité. Il nous suffira d'exprimer notre opinion, qui est que nous croyons vraie une seule théorie, celle que nous appellerons *la théorie de l'expérience ou de l'éducation.*

IRIS OBSERVÉS SUR LE LAC DE GENÈVE

PAR

M. le Professeur Élie WARTMANN.

Un phénomène semblable à celui que j'ai décrit en 1869 [1] s'est manifesté récemment dans des circonstances très-remarquables de durée et d'éclat.

A la suite d'un brouillard épais qui s'était maintenu pendant plusieurs jours sur notre contrée, un soleil printanier se montra au sein d'une atmosphère parfaitement calme et très-légèrement brumeuse. Le dimanche 11 février dernier, en côtoyant le lac sur sa rive gauche le long de la route d'Hermance, j'ai vu successivement les apparences suivantes.

A 2 heures 5 minutes, temps moyen, étant au bas de la côte de Cologny, un peu plus loin de la ville que le Port noir, j'aperçus en plein lac, à environ deux kilomètres et demi vers le N.-N.-O. un spectre très-lumineux A, étalé en ligne droite sur la surface de l'eau et présentant le rouge du côté du soleil, comme l'arc-en-ciel intérieur. La hauteur de l'astre était de. 23° 53′. Continuant de marcher vers le nord, je ne tardai point à voir paraître un second spectre parallèle au premier, dont il était séparé par un espace sombre et incolore. Bientôt un troisième iris, encore plus rapproché de moi et parallèle aux deux autres, vint enrichir le spectacle ; mais l'intervalle qui le distinguait de son voisin se remplit assez

[1] Voyez *Archives*, tome XXXV, page 189.

vite de lumière, et les deux apparences se soudèrent en un seul spectre fort large B. De même, l'intervalle entre A et B se rétrécit beaucoup.

A 2 heures 14 minutes, B se partagea vers son milieu en deux branches dirigées vers mon œil. Celle de gauche C offrait un spectre complet : le rouge y continuait celui de A, tandis que le violet correspondait au vert du grand spectre. La deuxième branche D débutait à gauche par un pourpre magnifique (résultat du mélange de son rouge avec l'extension du violet de C), et se terminait à droite par un violet très-visible qui se projetait sur celui du spectre A.

A 2 heures 35 minutes, la branche C, considérablement allongée, se prolongeait jusqu'à une faible distance de la route, vers le lieu où celle-ci se relève pour atteindre le hameau de Vésenaz. Dans sa portion la plus distante, cette branche paraissait rectiligne et divergente, tandis que, près du spectateur, elle s'incurvait sensiblement vers la droite. La branche jumelle D s'étalait aussi sur une longueur remarquable, mais moindre que sa voisine. Le spectre A, qui leur servait de base commune, s'était rapproché de la rive orientale et ne semblait plus éloigné que de 1800 mètres. Le météore étincelait des plus vives couleurs et frappait d'admiration les nombreuses personnes qui le voyaient pour la première fois.

Enfin, à 2 heures 45 minutes, j'atteignis la jetée de la Belotte qui sert de débarcadère, et l'ayant suivie jusqu'à son extrémité, j'eus la satisfaction de voir l'arc extérieur C se cintrer tout à fait et se continuer à ma droite en une branche symétrique. J'étais à cent mètres de la plage, et mon œil dominait la surface de l'eau d'environ quatre mètres.

A trois heures, la hauteur du soleil étant de 17° 21′, l'iris A se projetait près du saillant du petit promontoire nommé *Sous-Carrau*, distant de mille mètres dans la direction de Bellerive. A 5 mètres devant moi, les arcs C et D dessinaient les sommets de leurs branches elliptiques séparés de 7 à 8 mètres. Nées à ma gauche, de la base A, ces branches se contractaient sensiblement à mesure qu'elles se rapprochaient du pont, et, tournant à droite, allaient de nouveau se rejoindre à 130 mètres de distance, vers l'extrémité septentrionale du mur qui soutient la terrasse de l'auberge. L'ombre produite par un bâton vertical coïncidait avec le grand axe commun des deux branches. La clarté de l'extérieure l'emportait sur celle de sa voisine. Toutes deux avaient le violet en dedans; cette couleur était remarquablement vive et saturée. A mesure que l'œil parcourait leur développement à de plus grandes distances, ces arcs augmentaient d'éclat et paraissaient se dilater. Au N.-E. vers leur terminaison la plus éloignée, ils étaient semblables à des miroirs métalliques sur lesquels toutes les teintes du spectre flamboyaient avec une intensité sans pareille. Je n'ai jamais vu de spectacle plus saisissant, et ne puis exprimer la splendeur qu'il empruntait à son développement gigantesque, à la magnificence de sa coloration, ainsi qu'au calme absolu de l'atmosphère et de la surface liquide sur laquelle il reposait.

Peu après, le soleil en déclinant se plongea dans une brume plus opaline. Les arcs s'évanouirent après vingt minutes de durée, et il ne resta bientôt plus du météore que le spectre A qui continuait de châtoyer au loin.

Pour compléter cette description, je dois mentionner un troisième iris, d'un très-petit développement qui s'est montré par moments à distance et plus à l'Ouest que C.

Les bandes y étaient distribuées comme dans l'arc-en-ciel extérieur, le rouge en dedans; outre cette couleur, l'orangé et le jaune s'y distinguaient le mieux.

Bien que fort rares, ces apparences optiques ont été constatées à quelques reprises sur notre lac, depuis ma publication de 1869. Ainsi, le 5 juillet 1871, M. W. Valier étant en bateau, à 8 heures $^1/_2$ du matin, devant Montalègre (localité située sur la rive gauche, à 2500 mètres en aval de la Belotte), a vu un spectre sur une ligne allant de la pointe de Bellerive au port de Genève. La bande était orientée du Nord au Sud, dans la direction du pont du Mont-Blanc et occupait une longueur d'environ 200 mètres. Quand l'observateur se baissait près de la surface de l'eau, il voyait le phénomène plus lumineux. Plus tard, il aperçut un second spectre devant le précédent.

Le 11 février 1872, entre 10 et 11 heures du matin, des paysans placés à 80 mètres d'altitude, entre Cologny et Ruth, ont aussi vu un spectre courbé en U, dans la direction des Pâquis (rive droite), occupant un tiers de lal largeur du lac.

La veille et l'avant-veille, c'est-à-dire dès que le soleil s'est montré, quelques indices d'apparences analogues ont été aperçus par les bateliers de la Belotte et par des personnes placées sur le côteau qui domine cette localité.

La cause de ces météores doit être cherchée dans une multitude innombrable de particules solides, qui flottaient sur l'eau comme un voile grisâtre déchiré en quelques endroits. Au commencement du mois, le vent du Sud-Ouest avait entraîné au-dessus du lac une énorme quantité de poussières diverses, mêlées de suie et de fumée provenant des cheminées de la ville. Ces matières pul-

vérulentes, arrêtées par le brouillard, se sont distribuées dans son épaisseur avec une régularité remarquable. Quand le brouillard a disparu, elles ont formé une couche que le courant du Rhône n'a entraînée qu'après plusieurs jours, tant vaste était son développement. Déjà, avant que l'atmosphère se fût éclaircie, j'avais remarqué à la surface du fleuve la présence d'une croûte noirâtre, arrêtée contre le barrage de la machine hydraulique, et qui avait peu à peu atteint un développement de plusieurs mètres carrés. Elle résultait d'agrégations charbonneuses, mêlées à des corps de provenances très-diverses.

Les lacunes qui se sont produites dans la continuité des arcs, et qui engendraient les spectres parallèles, étaient le résultat de la discontinuité partielle de ce réseau mouvant. Je m'en suis convaincu en voyant la coloration spectrale cesser dans les endroits où l'eau était pure, tandis qu'elle recommençait aussitôt que le courant amenait des granules solides dans une position efficace.

M. Bazin, ingénieur du canal de Bourgogne, attribue aussi à une poussière gommeuse (qui tombe en été des peupliers sur l'eau de ce canal), les arcs irisés qu'il a eu l'occasion d'y voir. « Je n'ai pu constater, dit-il, si cette poussière se charge de fines gouttelettes de rosée ; tout ce que je puis affirmer, c'est que je n'ai jamais vu d'arcs le soir, quelle que fût la hauteur du soleil [1]. »

Quatre conditions paraissent nécessaires pour la production de ces apparences lumineuses, savoir :

1° Un ciel découvert ;

2° Une hauteur du soleil convenable suivant la position du spectateur ;

[1] *Bulletin hebdomadaire de l'Association scientifique de France*, tome VI, p. 387.

3° Une atmosphère très-calme et qu'aucun vent n'ait agitée depuis quelques jours ;

4° Une quantité considérable de matières solides, plus ou moins pulvérulentes, qui flottent sur une vaste nappe liquide et y forment une sorte de réseau assez uniforme.

Ces iris peuvent s'expliquer en considérant qu'autour de chaque corpuscule flottant, la surface de l'eau éprouve une déformation capillaire. L'anneau circulaire engendré constitue une sorte de prisme à arête horizontale. Les rayons solaires s'y dispersent. Quelques-uns sont renvoyés au spectateur par une réflexion intérieure, suivie, après l'émergence, d'une deuxième réflexion sur le miroir du lac dans les interstices situés entre les particules. Cette seconde réflexion, presque rasante au loin, laisse à la lumière beaucoup d'éclat. Plus près de l'œil, elle ne donne que des faisceaux de rayons efficaces affaiblis en nombre et en clarté.

Les rayons qui se présentent à l'émergence ne sont pas tous admis à sortir. Ceux qui font un angle d'incidence plus ouvert que l'angle limite éprouvent la réflexion totale et sont ainsi ramenés à l'intérieur du ménisque. Ils se réfléchissent de nouveau contre sa face interne et passent dans l'air pour subir sur la nappe liquide une dernière réflexion. Celle-ci rétablit le même ordre de couleurs que dans le premier faisceau sorti. Comme elle s'effectue dans une direction moins rasante, elle rejette ce second faisceau à l'intérieur du premier ; il forme l'arc plus pâle que j'ai signalé.

Par suite de leur origine, ces iris ont chacun son centre particulier. S'ils se dessinaient sur un plan perpendiculaire à la droite menée du soleil au milieu de la distance qui sépare les deux centres, ils affecteraient

l'apparence d'anneaux circulaires, ayant même largeur et même diamètre, orientés l'un sur l'autre suivant une même verticale et se coupant d'une manière symétrique. Ce que l'œil voit en réalité, c'est la projection oblique sur un plan horizontal de ces anneaux qui sont les traces lumineuses d'enveloppes coniques dont le sommet est à l'astre. La ligne de commune intersection des anneaux brille d'une lumière égale à la somme des clartés de chacun d'eux. Cette ligne limite le phénomène ; elle empêche de discerner nettement la deuxième moitié des arcs plus distants et plus obscurs. Toutefois cette moitié concourt à donner du relief au lieu où les bandes s'entre-croisent en superposant leurs teintes homonymes. Ce lieu, qui paraît flamboyer *au-dessus* de la surface avec une extrême vivacité, est celui du spectre A que la perspective et l'irradiation contribuent à dilater. La bifurcation antérieure des arcs semble naître à partir de ce spectre. Mais c'est une illusion due à la supériorité de son éclat sur celui de chacun des arcs, vu individuellement sous une incidence moins rasante.

Ce météore est analogue à l'arc parabolique produit par les gouttes de rosée sur les prairies, et qu'on aperçoit peu après le lever du soleil. A partir du sommet, la bande paraît s'élargir de plus en plus quand l'œil la poursuit vers l'horizon. Il en est de même des arcs qui se manifestent parfois sur les en-brins de la mer.

Si des circonstances favorables reproduisent ce brillant phénomène sur notre lac, il conviendrait, pour l'étudier dans toute sa magnificence, de se placer sur un bateau au milieu de la couche des corps flottants, à quelques mètres au-dessus d'elle.

TRILOBITES

EXTRAIT DU SUPPLÉMENT AU VOLUME I

DU

SYSTÈME SILURIEN DU CENTRE DE LA BOHÊME

PAR

M. JOACHIM BARRANDE [1]

Les Trilobites forment un ordre de la classe des Crustacés, fort nombreux en espèces, dont l'organisation est relativement très-parfaite. Ils caractérisent essentiellement les étages inférieurs de la formation palæozoïque, et peuvent être comptés parmi les premiers représentants connus de la vie animale sur le globe. L'illustre auteur du « Système silurien du centre de la Bohême,» qui s'est acquis, par ses magnifiques travaux, une place si élevée dans la science, a jeté une vive lumière sur l'histoire naturelle de ces animaux, en décrivant de nombreuses espèces nouvelles, mais surtout en faisant connaître toute la série de leurs métamorphoses. Ces découvertes sont le résultat d'immenses recherches, qui se trouvent résumées dans l'ouvrage dont nous venons d'indiquer le titre, et dont nous allons essayer de donner une courte analyse. M. Barrande n'est pas partisan des théories transformistes, et il s'attache à démontrer que les faits qu'il a observés ne sont pas d'accord avec ces théories.

Un premier phénomène bien remarquable, c'est le

[1] Un volume in-8°, 1871.

mode d'apparition des Trilobites sur la surface du Globe. On en connaît, au moment présent, environ 1,700 espèces, réparties en 75 genres. Aucune espèce certaine appartenant à cet ordre, n'a été signalée jusqu'ici dans les couches antérieures à la période silurienne. Avec l'étage le plus inférieur de ce terrain, dont la faune est appelée par M. Barrande *faune primordiale*, apparaissent tout d'un coup 252 espèces qui lui sont spéciales ; la *faune seconde* voit naître le nombre énorme de 866 espèces, puis dans la *faune troisième* arrivent encore 482 espèces ; aucune de ces espèces si nombreuses ne franchit les limites du système silurien. Dès lors l'ordre des Trilobites est en décroissance; on ne compte plus qu'une centaine d'espèces dans le terrain dévonien, et ils s'éteignent avec le genre *Phillipsia*, dans le terrain carbonifère ou plutôt pendant le dépôt du terrain permien, dans lequel une espèce a été signalée en Amérique. Aucun type précurseur ne s'est montré, ni dans le bassin de la Bohême, ni dans les autres bassins palæozoïques explorés jusqu'ici. En Bohême, les Trilobites constituent une grande partie de la faune primordiale (27 espèces sur 40 espèces d'animaux divers), et ce fait s'observe sur tous les points où elle a été signalée. Dans cette faune cependant le nombre des genres des Trilobites est relativement faible, mais leur grand développement a lieu avec la faune II, dans laquelle apparaissent soudain 21 genres nouveaux ; le même phénomène paraît s'être montré avec une intensité plus ou moins grande dans toutes les contrées trilobitiques. En général l'évolution des genres et celle des espèces sont contrastantes, et les âges dans lesquels le nombre des espèces a été le plus élevé n'ont vu surgir qu'un nombre relativement très-faible de genres nou-

veaux et vice versâ. Observons ici qu'en thèse générale, il nous paraît que les conclusions tirées de l'évolution des genres ne peuvent être regardées comme très-rigoureuses, car, pour nous, le genre est une coupe plus ou moins artificielle dont l'importance peut varier beaucoup, suivant le point de départ de celui qui l'a créé.

Bien que les recherches de M. Barrande aient porté sur des matériaux immenses, il n'a pas découvert les traces d'un perfectionnement graduel dans le développement des Trilobites. Suivant les théories transformistes, leur embryon n'ayant qu'un seul segment au thorax, les premiers animaux parfaits de cet ordre devraient apparaître avec un thorax paucisegmenté, et le nombre des segments devrait aller en s'augmentant dans le cours des âges. Or dans la faune primordiale apparaissent bien deux genres avec un thorax composé de 1 à 4 segments, mais en même temps 26 autres surgissent dont le thorax compte de 14 à 26 segments, c'est-à-dire à peu près le plus grand nombre connu ; un fait non moins extraordinaire c'est que les genres intermédiaires, avec 5 à 13 segments au thorax, sont peu représentés dans la faune primordiale mais composent principalement la seconde faune trilobitique. Il y aurait donc là une grande irrégularité. Relativement à la taille on observe des faits analogues, car dans la faune primordiale on trouve des Trilobites parfaits représentant bien, il est vrai, le minimum de taille (3^{mm}) mais avec eux s'en trouvent d'autres, approchant du maximum (300^{mm}). Dans la faune II, les dimensions varient entre 5^{mm} et 400^{mm}, taille des plus grands Trilobites connus ; dans la faune III, le maximum de taille ne dépasse pas 250^{mm} ; dans le terrain dévonien 180^{mm} ; les derniers Trilobites connus, ceux du terrain carboni-

fère, n'atteignent guère plus de 50^{mm}. L'étude des modifications de la tête et du pygidium conduit à des conclusions tout à fait identiques. M. Barrande constate encore l'absence de formes intermédiaires entre les types des Trilobites de la faune primordiale. Il n'en cite qu'un exemple mais qui serait lui-même une anomalie; le genre *Bohemilla* peut être considéré comme intermédiaire entre les genres *Agnostus* et *Paradoxides,* mais il n'apparaît qu'à l'origine de la faune II, et alors que le genre *Paradoxides* avait depuis longtemps disparu.

Passant à l'examen des causes auxquelles on pourrait attribuer l'apparition des Trilobites; M. Barrande examine le nombre des espèces qui ont pu arriver en Bohême par immigration. Sur 350 espèces de Trilobites connues en Bohême il n'y en a que 24 qui aient été signalées jusqu'ici dans d'autres contrées et parmi ces 24 il n'y en a guère que 8 qui, venant de la grande faune silurienne septentrionale, suivant toute apparence un peu plus ancienne, aient pu réellement s'introduire et se propager en Bohême; 7 espèces ne sont encore connues en Bohême que dans les colonies, où elles auraient émigré d'autres contrées qu'il est impossible pour le moment de préciser. Un très-petit nombre d'espèces passant d'un étage dans l'autre, l'apparition des espèces dans chaque étage, n'est due que pour une fraction très-faible à la propagation verticale. Quant à la filiation, l'auteur n'admet pas qu'elle ait joué un rôle, puisqu'il lui a été impossible de reconnaître pour aucune espèce, l'ancêtre dont elle aurait pu provenir. Il résulte de cette élimination que l'on est amené à reconnaître que l'apparition de la très-grande majorité des espèces de Trilobites dans chaque étage ($\frac{9}{10}$) ne peut être attribuée qu'à la « rénovation, » c'est-à-dire

à la création d'espèces nouvelles, due à une influence qui échappe à notre raisonnement.

Les études de M. Barrande sur les Mollusques céphalopodes siluriens sont tout aussi étendues que celles qu'il a consacrées aux Trilobites. Il en avait déjà consigné les résultats dans un ouvrage publié en 1870. L'histoire de cette classe d'animaux le conduit aux mêmes conclusions que celle des Trilobites, et l'amène à constater, malgré des contrastes frappants, une harmonie générale dans l'évolution de ces deux ordres d'animaux. Les Mollusques céphalopodes ont apparu à l'origine de la faune II ; on n'en connaît jusqu'à présent aucun représentant, ni dans la faune silurienne primordiale, ni dans les roches antésiluriennes. Ils ont apparu simultanément dans presque toutes les contrées siluriennes, avec 12 genres et 165 espèces ; c'est là encore un fait bien difficile à expliquer par les théories transformistes, car, jusqu'à présent, les recherches de M. Barrande ne lui ont fait découvrir aucun ancêtre, d'où pourraient provenir les plus anciens types connus des Mollusques céphalopodes, qui appartiennent tous à la famille des Nautilides, et il est difficile d'admettre que tous les types intermédiaires aient entièrement disparu. Dans la faune II les Trilobites prédominent, mais dans la faune III ils diminuent presque de moitié, tandis qu'au contraire les céphalopodes prédominent énormément et se continuent jusqu'à nos jours en jouant un grand rôle dans toutes les formations. En général, les types trilobitiques sont beaucoup plus variés que les types des Mollusques céphalopodes. En effet on compte 75 genres ou sous-genres de Trilobites dans l'ensemble des faunes siluriennes connues, et seulement 25 genres ou sous-genres de céphalopodes. Le bassin silurien de la Bohême

renferme 979 espèces de céphalopodes, soit 0,58 du nombre total des espèces de céphalopodes siluriens connues (1622). Pour les Trilobites cette proportion est de 0,22. Le nombre des espèces migrantes, est relativement plus considérable pour les Trilobites que pour les Mollusques céphalopodes, et ce fait est de nature à étonner, les premiers paraissant bien moins doués que les seconds pour la locomotion ; aussi M. Barrande estime que c'est à l'action des courants qu'il faut attribuer les immigrations trilobitiques. Sur les 979 espèces de céphalopodes siluriens de la Bohême, il n'y en a que 18 qui se retrouvent dans d'autres contrées, et 8 seulement, venant de la faune septentrionale, ont pu réellement immigrer en Bohême ; si on ajoute à ce nombre les espèces des colonies, venues probablement aussi par immigration, on trouve que 0,95 des espèces de céphalopodes siluriens de la Bohême doivent leur origine à la rénovation, car pour aucune d'entre elles l'auteur n'a pu trouver les traces de sa filiation.

La faune primordiale silurienne, prise dans son ensemble, comprend actuellement 366 espèces distinctes : savoir : 252 espèces de Trilobites, 12 espèces de crustacés ostracodes et autres, 5 espèces d'annélides, 18 espèces de mollusques ptéropodes, 1 espèce de mollusques hétéropodes, 4 espèces de mollusques gastéropodes, 55 espèces de mollusques brachiopodes, 7 espèces de bryozoaires, 7 espèces de cystidées et 5 espèces de spongiaires. Au-dessous des premières roches siluriennes, se trouvent les couches cambriennes, sur la délimitation desquelles on n'est pas encore bien d'accord ; on a découvert dans leur sein une douzaine d'espèces de plantes, et une vingtaine d'espèces d'animaux, dont 4 espèces de brachiopodes, 1 espèce de ptéropodes, 1 espèce de

bryozoaires, 9 espèces d'annélides, 2 espèces d'échinodermes, 1 espèce de polypiers (douteux), 1 espèce de spongiaire. On a cru y trouver aussi une empreinte de crustacé, M. Barrande l'ayant examinée affirme qu'on ne peut rien conclure au sujet de cet animal présumé nommé *Palæopyge Ramsayi*. Au-dessous des couches cambriennes, on ne connaît jusqu'à présent aucune trace de la vie animale sur le globe, sauf l'*Eozoon canadense*, appartenant probablement aux foraminifères. Il est certain que dans l'état actuel de nos connaissances, on ne saurait expliquer par la théorie du transformisme, soit l'apparition des types variés de la faune cambrienne, et surtout ceux de la faune primordiale silurienne ; soit plus particulièrement l'apparition de la tribu trilobitique se montrant soudainement avec tant d'espèces et présentant tant de formes variées parmi lesquelles il s'en trouve beaucoup qui appartiennent aux plus parfaites ; soit enfin l'apparition subite des céphalopodes nautilides avec la faune II, se présentant dans les mêmes conditions. Il devient nécessaire de supposer que les traces d'une foule énorme d'intermédiaires auraient disparu de la nature entière, ou tout au moins auraient échappé à toutes les nombreuses recherches faites jusqu'ici, car personne n'en a encore retrouvé les vestiges. M. Barrande insiste avec beaucoup de détails sur l'absence de ces intermédiaires, il signale entre autres l'absence des polypiers dans la faune primordiale, et, comme la forme cambrienne, regardée par M. Torell comme étant un polypier est très-douteuse, il s'ensuit que c'est avec la faune II silurienne que les polypiers auraient fait généralement leur apparition. Or c'est par les polypiers qu'aurait dû s'effectuer le passage des foraminifères aux ordres supérieurs et l'absence, ou tout au moins

l'extrême rareté de ces animaux pendant les périodes immenses qui ont précédé la faune seconde silurienne, est un fait très-extraordinaire, d'autant plus que les récents sondages ont montré que dans les mers actuelles il existe des polypiers dans tous les parages, même dans les grandes profondeurs; or il n'y a pas de raison pour supposer qu'il en était autrement dans les mers anciennes. Un autre fait remarquable c'est l'apparition tardive des mollusques acéphales qui coïncide avec celle des polypiers et celle des mollusques céphalopodes, tandis que les mollusques gastéropodes et ptéropodes qui leur sont supérieurs sont déjà connus dans la faune primordiale. Quant à l'absence des foraminifères dans la faune primordiale silurienne, nous pensons qu'il ne faut pas trop insister sur ce point, car les animaux de cette classe peuvent facilement échapper aux investigations.

Nous n'avons pu donner qu'un résumé bien incomplet du remarquable ouvrage de M. Barrande, qui acquiert une grande importance par l'autorité scientifique incontestée dont jouit son auteur. En coordonnant tous les résultats déduits de recherches infiniment étendues, il montre que, dans l'état actuel de la science, tout l'ensemble de nos connaissances sur les faunes cambriennes et siluriennes (qui sont les plus anciennes connues, l'Éozoon étant resté jusqu'ici à peu près isolé) tend à montrer que l'observation directe des faits contredit entièrement les prévisions des théories transformistes, relativement à la composition de ces faunes.

On pourra toujours objecter aux conclusions de M. Barrande, que les investigations sont loin d'avoir porté sur tous les points dans lesquels les faunes primitives ont été signalées, et que les types intermédiaires cherchés

pourront bien se trouver un jour quelque part, dans les roches antésiluriennes du Canada par exemple, qui n'ont point encore été convenablement fouillées. Il y a du vrai dans cette objection, et il est bien évident que l'on ne saurait raisonner que sur les faits actuellement connus, que de nouvelles découvertes pourraient fort bien venir modifier. D'un autre côté cependant, toutes les conclusions que M. Barrande tire de ses propres recherches en Bohême peuvent être regardées comme ayant une grande chance de subsister. En effet, les matériaux accumulés par cet illustre paléontologiste sont vraiment prodigieux, et pendant un grand nombre d'années, il n'a cessé de fouiller les couches palæozoïques de cette contrée. Or la composition des roches dont elles sont formées est si favorable à la conservation des restes d'animaux fossiles les plus délicats, qu'il a été possible d'étudier jusqu'aux plus petits embryons des Trilobites et jusqu'aux plus petits détails de l'organisation complexe des yeux de ces animaux. Il est donc permis de supposer que le bassin silurien de la Bohême est à peu près suffisamment connu pour qu'il y ait peu de chances d'y faire des découvertes assez importantes pour infirmer notablement les résultats déjà acquis. L'avenir montrera ce que les roches antésiluriennes pourront venir révéler aux investigateurs.

P. de L.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

PHYSIQUE.

Félix Marco. Expérience nouvelle pour démontrer dans les cours la cause mécanique de l'ébullition. (Note communiquée par l'auteur.)

Je prends un tuyau thermométrique avec son bulbe sphérique à une extrémité. Je casse le bulbe de façon à ce qu'il reste un tuyau avec une sorte d'entonnoir à bords irréguliers. Je plonge ensuite ce tuyau dans l'eau d'un matras, de sorte que l'entonnoir soit appuyé sur le fond du matras. J'ai ainsi une petite masse d'air emprisonnée par l'entonnoir et par l'eau. J'échauffe enfin l'eau, avec une flamme d'alcool, jusqu'à l'ébullition. Alors, en plaçant convenablement la flamme, on voit des bulles de vapeur partir continuellement de l'entonnoir.

Il est évident que chaque bulle de vapeur, pour sortir de sa prison, doit abattre la muraille d'eau qui l'entoure et vaincre la résistance de cette muraille qui est égale à la pression atmosphérique qui s'exerce sur la surface de l'eau, plus la pression due au poids du liquide, plus la cohésion du liquide.

Maintenant on sait que l'eau qui bout dans un récipient renferme toujours des bulles d'air qui demeurent attachées à la paroi par adhésion, et que les bulles de vapeur partent toujours de ces bulles d'air ; une fraction seulement de celles-ci se détache de la paroi avec les bulles de vapeur, pour venir crever à la surface, tandis que le foyer charge toujours de nouvelle vapeur la portion qui reste adhérente à la paroi. On sait également que si l'on dépouille l'eau de ces bulles d'air l'ébullition ordinaire n'a pas lieu. Cela est établi par

nombre d'expériences, parmi lesquelles je citerai celles de M. Dufour qui a porté des gouttes d'eau suspendues dans un mélange d'huile de lin et d'essence de girofle au delà de 178 degrés sans qu'il y eût ébullition. Mais en touchant ces globules suspendues au sein de l'huile, avec une tige de métal ou de bois, c'est-à-dire en leur apportant de l'air, M. Dufour a vu l'ébullition se produire immédiatement.

M. Kremer [1] a trouvé par un grand nombre d'expériences que l'eau, privée d'air autant que possible, peut être chauffée de 108° à 200° sans bouillir d'une manière continue.

Donc la cause mécanique de l'ébullition, c'est que dans l'eau il y a toujours des bulles d'air saturées de vapeur qui abattent la paroi d'eau qui les entoure lorsqu'elles ont requis une tension supérieure à la résistence de cette paroi laquelle est égale à la pression atmosphérique qui s'exerce sur la surface du liquide, plus la pression due au poids de la colonne liquide qu'il y a dans le vase, plus la cohésion du liquide.

En général on ne tient pas compte de ces deux dernières résistences que doit vaincre la bulle de vapeur pour sortir de sa prison, parce qu'elles sont ordinairement beaucoup plus petites que la première, et l'on dit seulement qu'*un liquide bout lorsque la force élastique de sa vapeur fait équilibre à la pression que la surface du liquide supporte.*

M. Tomlinson, dans un travail *sur les solutions sursaturées et l'action des noyaux* [2], décrit cette expérience. Il prit une cage de 37 millimètres de longueur sur 16 de largeur, faite d'un fil de fer très-fin, tel que celui qu'on emploie pour la construction des blutoirs en usage dans la meunerie. Deux cages semblables avaient été préparées ; l'une d'elles fut parfaitement nettoyée et tenue au milieu d'un courant de vapeur d'eau pure, bouillant dans une éprouvette de manière

[1] Voyez *les Mondes*, 1871, tome XXVI, p. 87.

[2] Voyez *les Mondes*, 1871, tome XXVI, p. 284.

à mettre sa température en équilibre avec celle de l'eau. Ensuite on la descendit doucement dans l'eau après en avoir éloigné la lampe. Il n'y eut aucune production de vapeur, aucun des effets qui se seraient produits, si l'air avait été un noyau. On avait, dit M. Tomlinson, une masse d'air au milieu du liquide, et cependant il ne s'y répandait pas de vapeur. Cette première cage, qui avait été préalablement purifiée, fut remplacée par une seconde, et celle-ci avait été laissée dans l'état où l'avait livrée son constructeur. Elle fut suspendue dans le courant de vapeur de l'eau du tube, puis descendue dans la même eau dès qu'on eut écarté la lampe. Aussitôt elle fut couverte de bulles de vapeur, mais on ne remarqua aucune pénétration de vapeur dans la cage, ni aucune expansion d'air ou de vapeur au-dessus de l'enveloppe métallique.

On pourrait croire de prime abord que cette expérience renverse la démonstration de la cause mécanique de l'ébullition des liquides que j'ai donnée, et qui est d'accord avec les idées des physiciens sur le phénomène de l'ébullition. Mais je ne crois pas que cela soit, parce que dans l'expérience de M. Tomlinson, l'air emprisonné dans la cage (puisqu'il dit : *on avait une masse d'air au milieu du liquide*) est empêché de sortir par la capillarité, c'est-à-dire l'adhésion de l'eau au tissu métallique et la cohésion même de l'eau.

On peut encore demander pourquoi l'ébullition d'un liquide comme l'eau ne se fait qu'à une température déterminée, tandis que l'évaporation se fait à toutes les températures. La réponse est facile. Dans l'ébullition chaque bulle de vapeur, pour sortir de sa prison, doit vaincre la pression atmosphérique ainsi que je l'ai démontré, et pour cela, il faut la température à laquelle la vapeur a une tension qui fait équilibre à cette pression. Au contraire, dans l'évaporation chaque molécule de vapeur, pour voler dans l'air, n'a qu'à vaincre la cohésion qui la lie aux autres, et, cela fait, elle peut pénétrer sans autre obstacle parmi les molécules de

l'air où elle trouve de la place sans être obligée de les reculer et de vaincre la pression atmosphérique.

L. Schönn. Ueber die Absorptionsstreifen, etc. Sur les bandes d'absorption de la chlorophylle. (*Pogg. Annalen*, tome CXLV, p. 166 : traduction.)

M. Hagenbach dit dans son mémoire sur les propriétés optiques de la chlorophylle qu'il y aurait un grand intérêt à rechercher comment ces propriétés varient avec les différentes conditions dans lesquelles se trouve la chlorophylle. A ce propos je rappelle ici que j'avais déjà établi en mai 1870, dans ma notice sur la chlorophylle et le bleu des fleurs (*Zeitschrift für analytische Chemie*, 1870), les faits suivants concernant ces raies : 1° la bande dans le rouge consiste en deux bords obscurs et une portion médiane qui transmet une partie de la lumière ; 2° la chlorophylle subit sous l'influence des acides une modification de ses propriétés optiques; entre les bandes placées dans l'orangé et le vert, par conséquent, d'après M. Hagenbach, entre II et IV, et dans le milieu de cet intervalle il se produit, sous l'action des acides, une bande d'absorption appelée III par M. Hagenbach; 3° avec des feuilles fraîches je ne vis que la bande dans le rouge, mais lorsque celles-ci eurent été desséchées par la chaleur de la flamme qui les éclairait, et furent devenues vert-jaune, les autres raies apparurent aussi. De plus, dans le travail que j'ai publié sur les bandes d'absorption de la chlorophylle (*Pharmaceutische Centralhalle*, 1871, n° 47), j'ai décrit en détail les modifications qu'elles subissent sous l'action des acides minéraux, et j'arrivais aux résultats suivants :

1° Les bandes III, IV, V naissent sous l'action de ces acides; la chlorophylle livrée à elle-même subit avec le temps des modifications analogues.

2° Sous l'action des acides, les bandes obscures s'éclaircissent, soit sur leur bord le plus réfrangible spécialement, soit sur toute leur étendue.

3° Les bords les plus réfrangibles des bandes produites par les acides sont séparées deux à deux par un intervalle constant qui est égal à 10 quand on a : $D = 68$, $E = 87$ et $b = 90$.

W. Grüel. Tourbillon électrique. (*Poggendorff's Annalen*, tome CXLIV, page 644.)

M. Grüel a imaginé un petit appareil qui met en évidence sous une forme nouvelle le phénomène de rotation décrit par M. Holtz [1]. Il consiste essentiellement en un corps de révolution, creux en verre (bouteille, boule ou cylindre) porté en haut et en bas par un axe en acier vertical, disposé sur les deux prolongements de son axe de figure et tournant très-librement. De chaque côté de cette enveloppe de verre se trouve un peigne métallique dont les pointes sont dans un plan vertical; chacun de ces peignes est fixé à l'extrémité d'une tige en laiton horizontale et porté sur un pied isolant. Pour faire tourner l'appareil, on met une des deux tiges en

[1] L'expérience décrite par M. Holtz consiste à relier les deux pôles d'une machine électrique quelconque avec les électrodes d'une électromachine, après qu'on a eu soin d'écarter ces deux électrodes et de rendre le plateau mobile de cette dernière machine plus libre par l'éloignement de la corde à l'aide de laquelle on le fait tourner à l'ordinaire, puis à mettre en activité la première de ces deux machines dont les électricités contraires vont s'écouler par les deux peignes de l'électromachine sur le plateau mobile. Celui-ci ayant reçu alors une impulsion dans un sens ou dans l'autre indifféremment, continue ensuite à tourner et même avec une vitesse de plus en plus grande sous l'influence de l'électricité qui s'écoule ainsi sur sa surface. M. Poggendorff, qui a repris et varié de diverses manières cette expérience, l'explique comme suit : une certaine quantité d'électricité ayant passé de l'un des peignes de l'électromachine sur le plateau mobile est emportée dans le mouvement de rotation de celui-ci; lorsqu'elle arrive dans le voisinage de l'autre peigne, elle est attirée par l'électricité de sens contraire qui s'en écoule, et le plateau auquel elle adhère reçoit par là une nouvelle impulsion. (Voyez *Poggend. Annalen*, t. CXXX, p. 170; t. CXXXI, p. 495 et 655; t. CXXXIX, p. 513.)

contact avec le conducteur de la machine électrique, tandis qu'on touche l'autre avec la main, ou bien on met les deux tiges en contact avec les pôles d'une électromachine (machine de Holtz). Dans le cas où l'on a une machine électrique de cette dernière forme à sa disposition, on peut aussi placer le corps creux mobile entre ses deux pôles et ceux-ci peuvent pour cela, sans le moindre inconvénient, se terminer par des boules. Lorsque les deux peignes métalliques ou bien, dans ce dernier cas, les deux pôles sont placés tout à fait symétriquement aux deux extrémités d'un diamètre de la boule de verre, la rotation ne se produit qu'après une petite impulsion; elle s'effectue avec une égale facilité dans l'un ou dans l'autre sens. Mais si l'on éloigne un peu les peignes de cette position, le corps se met de lui-même à tourner comme si les portions de sa surface, qui sont frappées par le courant, étaient repoussées par lui.

Lorsque l'appareil est suffisamment mobile, le mouvement de rotation acquiert au bout d'un petit instant une très-grande rapidité, de telle sorte que l'on arriverait sans aucun doute par l'emploi d'une boule percée d'une ouverture latérale à faire une ronfle électrique.

H. Planeth. Flammes résonnantes. (*Poggendorff's Annalen*, tome CXLIV, p. 639.)

M. Planeth a trouvé que, si on approche un diapason en vibration d'une flamme brûlant à l'air libre, le son produit en est considérablement renforcé, comme si on mettait ce diapason en contact avec la caisse d'un instrument à cordes. Le son acquiert sa plus grande intensité lorsqu'on place la flamme entre les deux branches du diapason.

Ce renforcement du son tient évidemment à la résonnance de la flamme. Il y a ici un phénomène analogue à celui de la flamme chantante. Dans les deux cas les vibrations de la flamme se mettent à l'unisson du son qui est propre au corps

solide vibrant, dans le voisinage duquel elle se trouve, tube de verre ou diapason. Seulement dans le cas de la flamme chantante, c'est la flamme qui excite le mouvement vibratoire du tube, pour se mettre ensuite à vibrer elle-même synchroniquement avec lui; tandis que dans le cas qui nous occupe ici, c'est le diapason qui donne le ton, la flamme se bornant à vibrer à l'unisson.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

J. Reverdin. De la greffe épidermique. (*Note à l'Académie des Sciences*, 27 novembre 1871, et *Revue des Cours scientifiques*, 1872, p. 734.)

En 1869, M. le Dr Reverdin eut l'idée de greffer sur la surface granuleuse des plaies de petits lambeaux formés de la partie superficielle des téguments enlevés au moyen d'une lancette. Ces lambeaux composés de l'épiderme entier et d'une couche plus ou moins épaisse du derme contractent au bout de 24 heures une adhérence à la surface de la plaie, s'étendent bientôt sur leurs bords et contribuent à la rapidité de la cicatrisation. Ces résultats furent communiqués à la Société de Chirurgie de Paris (8 décembre 1869) et dès lors la *greffe épidermique*, découverte par M. Reverdin, fut mise avec succès en usage par les chirurgiens dans le but d'activer la cicatrisation des plaies.

Depuis ces premiers travaux, M. Reverdin a fait de la greffe épidermique une étude plus complète et au moyen d'expériences pratiquées dans le laboratoire de M. Cl. Bernard, sous la direction de M. Ranvier, il a étudié le processus histologique qui y préside. M. Reverdin donne les résultats qu'il a obtenus dans les deux notes que nous analysons succinctement.

Les lambeaux ou greffes peuvent être empruntés, soit à des individus différents de la même espèce, soit à des individus d'espèces différentes. Sur l'homme blanc M. Reverdin

a réussi à greffer des lambeaux provenant d'autres blancs, de nègres, de lapins ; sur le lapin il a pratiqué avec succès des greffes empruntées au lapin, à l'homme, au chat; sur le mouton il a greffé des lambeaux provenant de l'homme.

Quand une greffe réussit, au bout de vingt-quatre heures elle est adhérente, gonflée, ridée; vers le troisième jour il se forme autour d'elle un cercle rouge lisse et la greffe s'enfonce au niveau des bourgeons; le lendemain le cercle de la veille est devenu gris nacré et prendra peu à peu une couleur blanche; l'auréole rouge s'est avancée, et ainsi de suite; l'îlot formé s'agrandit progressivement, et peut se joindre à des îlots voisins, la proximité de deux lambeaux greffés activant leur développement.

Les greffes empruntées à une peau pigmentée se décolorent peu à peu et deviennent tout à fait blanches.

Étudiant à l'aide du microscope des coupes faites sur des pièces durcies dans l'acide chromique et colorées au carmin ou au picrocarminate d'ammoniaque, M. Reverdin démontre que c'est la partie greffée qui contracte la première l'adhérence; elle se prolonge en forme de bourgeons qui entrent en connexion avec le tissu embryonnaire de la plaie. Les cellules épidermiques sont en desquammation, les noyaux présentent la forme vésiculeuse.

La couche épidermique s'élargit bientôt, se dissocie plus ou moins en forme d'éventail formé par des cellules épidermiques volumineuses paraissant sphériques et renfermant un gros noyau rond. M. Reverdin n'a jamais vu de prolifération des cellules appartenant à la greffe.

Pendant ce temps, à la surface de la plaie, le derme s'est modifié, mais consécutivement au bourgeonnement des cellules de la greffe : il s'y est formé des vaisseaux embryonnaires et la surface du derme ne tarde pas à être transformée en tissu embryonnaire. L'épiderme transplanté agit sur ce derme par action de contact pour déterminer les surfaces embryonnaires contiguës avec lui à se transformer en épi-

derme, et cela par transformation des cellules embryonnaires des bourgeons charnus en cellules épidermiques. Dr P.

BOTANIQUE.

Dr Paul Bert. Recherches sur les mouvements de la sensitive.

Bien que M. Bert ne soit pas un botaniste de profession, les questions physiologiques sont cependant loin de lui être étrangères. Le mémoire que nous avons sous les yeux est le second que l'auteur a consacré à l'étude des mouvements spontanés si étrangement développés dans la sensitive. Si l'on peut regretter que M. Bert n'ait pas accordé une place plus étendue à la discussion des opinions émises par d'autres physiologistes, il n'en reste pas moins vrai que son mémoire abonde en observations neuves, témoignant de recherches minutieuses. Signalons brièvement ses résultats les plus importants. M. Bert a d'abord étudié, au moyen du galvanomètre, la différence de température entre le renflement moteur situé à la base du pétiole et la tige elle-même. Il a constamment observé que la température du renflement est notablement inférieure à celle de la tige, sans avoir pu cependant exprimer cette différence en chiffres. Il croit que ce refroidissement doit être attribué à des actions chimiques dont cet organe serait le théâtre. Pendant les mouvements, conséquence d'une excitation quelconque, la température s'élève légèrement, mais pas assez toutefois pour rétablir l'équilibre avec la tige.

Passant ensuite aux relations de ces mouvements avec la lumière, M. Bert a répété les observations déjà faites sur l'influence d'une obscurité ou d'un éclairage continu. Comme ses prédécesseurs, il a remarqué une certaine irrégularité dans les mouvements périodiques, suivie d'une immobilisation complète avec perte de la sensibilité. A la lumière continue le pétiole primaire est immobilisé « *par en haut,* » c'est-

à-dire relevé contre la tige ; dans le second cas, au contraire, il est immobilisé « *par en bas,* » c'est-à-dire abaissé contre la tige.

Les résultats obtenus sous l'influence de lumières diversement colorées ont été déjà mentionnés dans les *Archives* (octobre 1871, page 112).

Abordant enfin, après quelques autres observations de détail, les questions théoriques générales, M. Bert établit dès l'abord une distinction absolue entre les mouvements spontanés et les mouvements provoqués de la sensitive. Il se place en cela en opposition avec les savants, principalement allemands, qui ont récemment traité ce sujet. Pour lui, les mouvements spontanés sont dus à des variations dans la quantité d'eau que renferme le renflement moteur, variations qu'on pourrait peut-être attribuer à l'accumulation, à certaines heures du jour, d'une substance endosmotique qui, par ses propriétés particulières, attirerait les liquides renfermés dans les tissus ambiants. Les mouvements provoqués, au contraire, seraient la conséquence d'une propriété particulière du tissu de la moitié inférieure du renflement moteur ; cette propriété, qui n'est pas la contractilité musculaire, consisterait dans la faculté de se détendre, de perdre son énergie sous l'influence de certaines excitations.

Ce n'est pas ici le lieu de discuter en détail les opinions émises par M. Bert. Remarquons seulement que la présence de cette matière endosmotique (qui, du reste, n'est pour lui qu'une hypothèse) paraît difficile à admettre. Si elle se présente sous la forme d'un précipité, comment aurait-elle échappé à tous les observateurs ; si, au contraire, elle est dissoute, les propriétés de la diffusion l'auraient bientôt répandues dans tous les tissus et ne permettraient guère son accumulation dans un point donné. M. M.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE FÉVRIER 1872.

Du 1 au 6, inclusivement, brouillard épais pendant tout le jour avec dépôt abondant de givre.

Le 7 et 8, brouillard le matin et le soir.

9, brouillard le matin, clair le soir.

10, forte gelée blanche le matin.

11, id. id.

12, brouillard tout le jour.

13, id. id., bruine.

14, brouillard le matin.

15, pluie et neige, hauteur de la neige 5 centimètres.

18, forte gelée blanche le matin.

19, halo lunaire dans la soirée.

21, brouillard le matin.

26, de 6^h matin à 6^h soir, fort vent SO. et pluie.

27, dans la soirée la bise se lève avec assez de force, elle tombe le lendemain matin.

29, forte gelée blanche le matin.

L'hiver 1871 – 72 a été remarquable par le calme très-inusité de l'atmosphère ; au commencement de décembre, le 2 et le 5, la bise a soufflé avec quelque intensité, plus faiblement le 11 ; mais depuis ce jour jusqu'à la fin de février, il ne se trouve aucune indication du vent, sur les 9 observations diurnes, accompagnée du chiffre 2, c'est-à-dire désignant un vent un peu fort.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm
Le 1er à 10 h. matin	732,58
7 à 10 h. matin	731,82
10 à 10 h. matin	730,65
18 à 10 h. matin	731,25
22 à 10 h. matin	732,82
29 à 10 h. matin	731,70

MINIMUM.	mm
Le 2 à 8 h. matin	726,51
9 à 4 h. après m.	728,78
15 à 4 h. après m.	717,37
19 à 4 h. après m.	728,25
26 à 6 h. soir	718,09

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale.	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation en millièmes. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation en millièmes. Minim.	Fract. de saturation en millièmes. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	0	0	0	0	millim.	millim.					mm.				0	0	cm.
1	731,23	+ 3,95	— 3,15	— 3,29	— 4,1	— 1,8	3,65	—0,59	989	+135	950	1000	...	...	S. 1	1,00	3,8	— 0,9	89
2	726,79	— 0,43	— 3,13	— 3,33	— 4,7	— 1,9	3,72	—0,53	1000	+147	1000	1000	...	...	SO. 1	1,00	3,7	— 1,0	89
3	727,88	+ 0,72	— 2,24	— 2,51	— 3,3	— 0,8	3,93	—0,33	993	+141	960	1000	...	...	S. 1	1,00	3,9	— 0,8	89
4	728,04	+ 0,94	— 3,12	— 3,46	— 3,8	— 1,9	3,68	—0,58	998	+148	990	1000	...	...	SO. 1	1,00	—	—	88
5	729,34	+ 2,29	— 2,64	— 3,05	— 3,6	— 1,4	3,84	—0,43	1000	+152	1000	1000	...	...	S. 1	1,00	3,9	— 0,8	88
6	730,17	+ 3,18	— 0,98	— 1,46	— 2,5	+ 1,1	4,32	+0,04	988	+143	920	1000	...	...	S. 1	0,99	4,0	— 0,7	88
7	730,90	+ 3,97	+ 2,39	+ 1,84	— 1,0	+ 7,5	5,06	+0,77	915	+ 72	750	980	...	...	SO. 1	0,84	4,2	— 0,5	—
8	729,96	+ 3,09	+ 2,22	+ 1,59	— 0,8	+ 6,1	5,20	+0,90	947	+106	810	1000	...	...	SO. 1	0,87	4,3	— 0,4	—
9	729,33	+ 2,52	+ 2,69	+ 1,98	— 0,5	+ 8,0	5,01	+0,70	898	+ 59	590	1000	...	...	N. 1	0,41	4,6	— 0,2	90
10	729,92	+ 3,18	+ 1,46	+ 0,67	— 2,9	+ 6,8	4,20	—0,12	824	— 13	530	1000	..	...	N. 1	0,14	4,4	— 0,4	90
11	727,72	+ 1,04	+ 0,82	— 0,06	— 4,6	+ 5,8	4,21	—0,12	843	+ 8	620	960	...	...	N. 1	0,13	—	—	92
12	723,95	— 2,66	— 0,19	— 1,16	— 3,2	+ 3,8	4,43	+0,09	967	+134	890	1000	...	...	SO. 1	1,00	4,3	— 0,5	92
13	724,10	— 2,45	+ 2,63	+ 1,57	+ 0,2	+ 7,0	5,32	+0,97	952	+121	840	1000	.2,0	3	N. 1	0,88	4,3	— 0,5	92
14	724,38	— 2,10	+ 3,66	+ 2,51	+ 2,0	+ 6,1	5,33	+0,97	902	+ 73	780	980	...	...	N. 1	0,92	4,5	— 0,4	93
15	718,40	— 8,02	+ 1,11	— 0,13	+ 0,2	+ 4,4	4,94	+0,57	992	+165	980	1000	23,0	24	SO. 1	1,00	4,4	— 0,5	93
16	720,37	— 6,00	+ 2,94	+ 1,61	+ 0,4	+ 6,8	5,27	+0,90	928	+104	720	1000	11,1	11	SO. 1	0,94	4,6	— 0,3	93
17	729,11	+ 2,80	+ 3,49	+ 2,06	0,0	+11,0	4,45	+0,07	789	— 33	460	920	...	...	variable	0,18	4,6	— 0,3	94
18	730,15	+ 3,89	+ 1,47	— 0,06	— 2,6	+ 6,2	4,13	—0,25	831	+ 12	530	980	...	...	N. 1	0,17	—	—	94
19	729,01	+ 2,80	+ 2,14	+ 0,51	— 2,5	+ 7,0	4,02	—0,37	791	— 25	540	950	...	...	SSO. 1	0,79	4,7	— 0,3	95
20	729,31	+ 3,16	+ 4,64	+ 2,91	+ 1,3	+ 9,0	5,63	+1,24	869	+ 55	740	950	1,4	3	variable	0,91	5,0	0,0	94
21	729,56	+ 3,46	+ 5,69	+ 3,86	+ 3,7	+ 9,3	5,99	+1,59	877	+ 66	700	1000	0,2	1	SO. 1	0,97	5,3	+ 0,2	94
22	731,74	+ 5,69	+ 4,85	+ 2,91	+ 3,6	+ 7,1	5,30	+0,89	826	+ 18	700	900	0,8	2	N. 1	0,48	5,6	+ 0,5	95
23	729,18	+ 3,18	+ 5,35	+ 3,30	+ 1,1	+ 9,0	5,65	+1,23	833	+ 27	720	930	3,4	2	SO. 1	0,83	5,6	+ 0,5	95
24	727,38	+ 1,44	+ 6,68	+ 4,52	+ 4,4	+ 9,8	5,92	+1,49	829	+ 26	580	1000	7,0	8	variable	0,99	5,2	0,0	96
25	724,88	— 1,01	+ 7,17	+ 4,90	+ 6,0	+ 8,7	7,69	+3,25	994	+193	970	1000	28,9	24	NO. 1	1,00	—	—	96
26	720,31	— 5,52	+ 5,73	+ 3,35	+ 4,9	+ 9,9	5,12	+0,67	775	— 23	640	820	4,8	7	SSO. 1	0,99	5,2	0,0	98
27	722,90	— 2,88	+ 3,26	+ 0,77	— 0,1	+ 6,0	4,30	—0,16	770	— 25	540	920	3,6	4	NNE. 2	0,67	5,0	— 0,3	99
28	729,67	+ 3,95	— 0,32	— 2,92	— 1,7	+ 2,1	3,47	—1,00	803	+ 10	690	920	...	...	NNE. 1	0,44	4,1	— 1,2	101
29	730,67	+ 5,00	+ 2,95	+ 0,24	— 4,5	+11,8	3,55	—0,93	659	—131	360	970	...	...	SO. 1	0,14	4,7	— 0,7	104

MOYENNES DU MOIS DE FÉVRIER 1872.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	729,45	729,67	729,97	729,68	728,99	728,91	729,08	729,39	729,43
2e «	725,76	726,25	726,18	725,95	725,24	725,00	725.41	725,66	725,87
3e «	727,32	727,65	727,84	727,67	727,17	726,97	727,17	727,35	727,49
Mois	727,52	727,86	728,00	727,77	727,13	726,96	727,22	727,47	727,60
Température.									
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade	— 2,15	— 2,15	— 0,62	+ 0,52	+ 1,63	+ 1,34	+ 0,53	— 0,16	— 0,83
2e «	+ 0,07	+ 0.49	+ 2,30	+ 3,96	+ 5,25	+ 4,97	+ 3,60	+ 2,72	+ 1,86
3e «	+ 2,99	+ 3,59	+ 5,00	+ 6,12	+ 6,77	+ 6,59	+ 5,69	+ 4,51	+ 4,24
Mois	+ 0,21	+ 0,55	+ 2,13	+ 3,45	+ 4,48	+ 4,22	+ 3,19	+ 2,28	+ 1,67
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	3,91	3,90	4,19	4,44	4,32	4,49	4,53	4,49	4,28
2e «	4,47	4,41	4,72	4,92	4,82	4,73	5,16	5,06	4,93
3e «	5,10	5,11	5,17	5,26	5,45	5,27	5,18	5,35	5,35
Mois	4,47	4,45	4,68	4,86	4,84	4,82	4,95	4,96	4,84
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade	994	994	952	932	854	893	945	982	981
2e «	960	912	872	831	736	750	870	907	930
3e «	883	854	780	734	729	717	743	828	846
Mois	948	922	871	836	774	789	857	908	921

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	°	°		°	mm	cm
1re décade	— 2,72	+ 2,17	0,82	4,09	0	88,9
2e «	— 0,88	+ 7,71	0,69	4,55	37,5	93,2
3e «	+ 1,94	+ 8,19	0,72	5,09	48,7	97,6
Mois	— 0,64	+ 5,95	0,75	4,56	86,2	93,4

Dans ce mois, l'air a été calme 3,07 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,51 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 45°,6 O., et son intensité est égale à 29,06 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE FÉVRIER 1872.

Le 4, magnifique aurore boréale, depuis 5½ h. du soir jusqu'au lendemain à 5 h. du matin.
11, brouillard le soir.
12, id. presque tout le jour.
13, id. tout le jour.
15, id. le soir.
16, id. tout le jour.
17, id. le matin.
20, id. une partie de la journée.
21, id. tout le jour.
22, id. le matin et le soir.
23, id. presque tout le jour.
24, id. le soir.
25, id. tout le jour.
26, id. id.
27, id. id.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 1 à 10 h. matin	567,32	Le 4 à 6 h. matin	561,59
7 à 8 h. matin	567,13	16 à 8 h. matin	553,17
22 à 10 h. matin	565,48	26 à 10 h. soir	553,23
29 à 10 h. soir	565,49		

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum.	Baromètre. Maximum	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum*	Température C. Maximum*	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.		Clarté moyenne du Ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.	o	o	o	o	millim.	millim				
1	566,61	+ 6,13	565,89	567,32	— 4,90	+ 4,17	— 6,0	— 2,4	.....	. 2,6.	....	SO.	1	0,00
2	562,84	+ 2,39	562,22	563,93	— 6,27	+ 2,80	— 7,8	— 3,0	.....	.....	....	SO.	1	0,00
3	562,05	+ 1,63	561,69	562,24	— 6,54	+ 2,52	— 8,0	— 3,2	.....	.....	....	SO.	1	0,00
4	562,42	+ 2,04	561,59	563,57	— 7,44	+ 1,61	— 9,5	— 4,5	.....	.....	....	SO.	1	0,00
5	565,10	+ 4,76	563,99	566,14	— 6,76	+ 2,28	— 7,8	— 4,0	.....	.....	....	SO.	1	0,01
6	566,58	+ 6,28	565,84	566,93	— 1,64	+ 7,39	— 3,6	+ 3,0	.....	.....	....	SO.	1	0,29
7	566,68	+ 6,41	566,30	567,13	— 3,28	+ 5,74	— 4,8	— 0,6	.....	.....	....	SO.	1	0,69
8	564,89	+ 4,66	564,37	565,24	— 6,33	+ 2,68	— 7,8	— 3,0	.....	.....	....	SO.	1	0,53
9	564,02	+ 3,82	563,77	564,34	— 6,74	+ 2,25	— 8,6	— 3,3	.....	.....	....	NE.	1	0,01
10	564,13	+ 3,96	563,73	564,64	— 7,36	+ 1,61	— 8,2	— 4,7	.....	.....	....	SO.	1	0,01
11	562,82	+ 2,68	562,36	563,64	— 8,67	+ 0,28	—10,0	— 6,4	.....	.....	....	SO.	1	0,31
12	560,39	+ 0,29	560,02	561,19	— 9,54	— 0,61	—10,5	— 8,3	.....	.....	....	SO.	1	0,89
13	559,82	— 0,25	559,43	560,49	— 8,38	+ 0,53	—10,0	— 7,0	.....	.....	....	SO.	1	0,90
14	560,03	— 0,01	559,74	560,51	— 9,84	— 0,96	—11,7	— 7,8	.....	.....	....	SO.	1	0,13
15	556,09	— 3,92	554,36	557 72	— 9,86	— 0,01	—10,4	— 8,2	..30.	. 2,4.	....	SO.	2	0,94
16	555,18	— 4,80	553,17	557,54	— 8,22	+ 0,60	— 9,5	— 6,6	.....	.....	....	NE.	1	0,91
17	561,88	+ 1,93	560,18	563,31	—10,40	— 1,61	—11,8	— 6,7	.....	.....	....	NE.	1	0,20
18	564,28	+ 4,36	564,00	564,69	—10,36	— 1,60	—11,8	— 8,0	.....	.....	....	SO.	1	0,00
19	563,98	+ 4,09	563,77	564,54	— 7,75	+ 0,98	—11,8	— 5,3	.....	... .	....	SO.	1	0,43
20	564,43	+ 4,56	564,16	564,71	— 4,43	+ 4,26	— 6,2	— 2,0	.....	.....	....	SO.	1	0,73
21	564 47	+ 4,62	563,92	565,19	— 7,41	+ 1,24	— 8,6	— 5,2	.....	.....	....	SO.	1	0,92
22	565,23	+ 5,40	564,94	565,48	— 6,44	+ 2,17	— 8,0	— 2,1	.....	.....	....	SO.	1	0,32
23	563,71	+ 3,90	563,17	564,13	— 8,27	+ 0,30	— 9,4	— 7,0	.....	.....	....	SO.	1	0,93
24	563,21	+ 3,42	563,02	563,84	— 4,17	+ 4,36	— 7,3	— 2,0	..35.	. 3,9.	....	SO.	1	0,87
25	561,50	+ 1,73	559,81	562,83	— 1,36	+ 7,13	— 3,0	+ 3,1	..80.	. 8,9.	..3.	NE.	0	0,89
26	555,10	— 4,65	553,23	557,10	— 6,75	+ 1,69	— 9,0	— 2,4	..90.	. 7,9.	..9.	NE.	1	0,94
27	555,19	— 4,54	553,82	557,53	—10,91	— 2,52	—14,2	— 8,0	.....	.....	....	NE.	3	1,00
28	561,48	+ 1,77	558,79	563,43	— 7,48	+ 0,86	—14,2	— 2,4	.....	.....	....	NE.	1	0,00
29	564,93	+ 5,23	563,60	565,49	— 4,10	+ 4,19	— 5,7	— 1,9	.....	.....	....	NE.	1	0,01

* Ces colonnes renferment la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. matin à 10 h. soir.

MOYENNES DU MOIS DE FÉVRIER 1872.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	564,40	564,61	564,77	564,64	564,44	564,51	564,51	564,64	564,69
2e »	560,87	560,85	560,86	560,89	560,83	560,80	561,02	561,10	561,19
3e »	561 35	561,68	561,84	561,70	561,60	561,57	561,74	561,79	561,95
Mois	562,24	562,40	562,51	562,43	562,32	562,32	562,45	562,53	562,63
Température.									
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade	— 6,11	— 6,38	— 5,39	— 3,06	— 3,17	— 4,31	— 6,50	— 6,82	— 6,70
2e »	—10,02	— 9,30	— 7,89	— 7,24	— 7,04	— 7,37	— 8,67	— 8,93	— 9,19
3e »	— 7,71	— 7,08	— 5,01	— 4,00	— 4,03	— 5,11	— 6,64	— 7,06	— 7,19
Mois	— 7,96	— 7,60	— 6,13	— 4,79	— 4,77	— 5,61	— 7,29	— 7,62	— 7,71

	Min. observé.*	Max. observé.*	Clarté moyenne du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	°	°		mm	mm
1re décade	— 7,31	— 2,57	0,15	0	0
2e »	—10,37	— 6,63	0,54	2,4	30
3e »	— 8,82	— 3,10	0,65	20,7	205
Mois	— 8,83	— 4,13	0,44	23.1	235

Dans ce mois, l'air a été calme 13,11 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,66 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 45° O, et son intensité est égale à 19,92 sur 100.

* Voir la note du tableau.

SUR LA

NATURE DE L'ÉLECTRICITÉ

PAR

M. E. EDLUND

(Mémoire présenté à l'Académie des Sciences de Stockholm, le 10 janvier 1872).

Seconde partie[1].

Dans la première partie de ce travail, nous avons essayé de montrer que les phénomènes tant électrostatiques qu'électrodynamiques peuvent être expliqués à l'aide de l'éther de lumière. La même base de démonstration va nous servir à expliquer quelques-unes des autres propriétés principales du courant galvanique.

4. *Les phénomènes d'induction galvanique.* Une molécule m' se trouve au repos, si elle est également repoussée de tous les côtés par l'éther qui l'entoure. Supposons maintenant que, par une cause quelconque, l'éther a été comprimé en un point a dans le voisinage de m', la répulsion exercée de ce côté-là sur m' sera nécessairement plus grande que des autres. Par suite, la molécule m' ne pouvant maintenir intact son état d'équilibre, devra chercher à s'éloigner du point a. Il en sera de même de toutes les molécules qui se trouvent dans la sphère d'action de l'éther comprimé. La conséquence en sera que l'éther devra se raréfier dans le voisinage de a. La masse d'éther qui se trouve à une plus grande distance de a, et dont par suite la densité n'a pas subi de modification sensible, cherche maintenant à ramener vers ce point l'éther qui se trouve dans le voisinage de a. Dès que la raréfaction autour de a est parvenue à une certaine limite, les molécules entrent pour cette raison dans un

[1] Voir, pour la première partie, le numéro de mars.

nouvel état d'équilibre, qu'elles conservent aussi longtemps que continue l'accroissement de densité en *a*. Si maintenant cet accroissement cesse tout à coup, les molécules autour de *a* reprennent leur équilibre primitif et parcourent dans ce cas, quoique en sens inverse, le même chemin que lors de l'accroissement de la densité.

Une modification correspondante doit s'opérer dans l'état d'équilibre des molécules environnantes, si l'éther en *a* subit une raréfaction au lieu d'une compression. Mais la direction du mouvement des molécules est inverse, dans ce cas, de ce qu'elle était dans le cas précédent. Elles se rapprochent de *a* au commencement de la raréfaction et s'en éloignent quand elle cesse. La grandeur du déplacement est la même pour le rapprochement que pour l'éloignement. Il est évident, au reste, que la modification de l'état d'équilibre d'une molécule ou la grandeur de son déplacement ne dépend pas exclusivement de la modification que subit la répulsion de la masse d'éther qui l'entoure jusqu'à une certaine distance, mais qu'elle dépend aussi de la facilité avec laquelle la molécule se meut, ou, en d'autres termes, de la résistance de conductibilité, de même que de l'action des molécules les plus rapprochées. Nous avons admis, dans la première partie de ce travail, que l'action d'une molécule sur une autre varie en raison inverse du carré de la distance. Comme nous l'indiquions aussi, cette règle n'est applicable que dans le cas où les molécules se trouvent à une distance suffisante l'une de l'autre. Si les molécules sont en contact, ou qu'elles se trouvent à une distance moléculaire l'une de l'autre, la loi de répulsion sera peut-être différente, circonstance qui n'influe en aucune manière sur la considération actuelle.

Il est évident que les molécules d'éther entourant *a* devront modifier leurs positions d'équilibre si, par une cause

quelconque, la répulsion exercée sur elles par l'éther de *a* subit une modification sans que cet éther devienne plus dense ou plus rare. Or la mise en mouvement de l'éther de *a* produit une modification de cette nature. Si donc l'on met le dit éther en mouvement, les molécules de la masse d'éther environnante devront être déplacées, et elles resteront dans leurs positions nouvelles aussi longtemps que l'éther de *a* continuera son mouvement sans modification. De l'instant où ce mouvement cesse, les molécules retournent à leurs positions d'équilibre originaires.

Telle est, suivant nous, la cause de l'induction galvanique. Quand un courant galvanique commence dans le voisinage d'un circuit fermé, les positions d'équilibre des molécules d'éther sont modifiées non-seulement dans le circuit fermé, mais encore dans le milieu isolant qui l'entoure, et le courant d'induction n'est rien autre que le passage des molécules de la première position d'équilibre à la seconde. Le nouvel état d'équilibre de l'éther dans le circuit fermé n'est pas exclusivement déterminé par l'action directe que le courant inducteur exerce sur lui, mais il l'est aussi par la modification de l'état d'équilibre dans l'éther du milieu environnant et isolant. Dès que cesse le courant inducteur, les molécules d'éther retournent à leur position primitive d'équilibre, et l'on a, par suite, dans le circuit fermé, un courant d'induction égal en intensité, mais opposé dans sa direction à celui du premier cas. Quand on approche ou qu'on éloigne un courant inducteur d'un circuit fermé, l'effet est évidemment le même que lorsqu'un courant commence ou cesse dans un circuit au repos. Quoique l'on n'observe pas de courant d'induction proprement dit dans le milieu isolant, vu que la grande résistance de conductibilité empêche la naissance

d'un courant de cette nature, on n'a cependant nullement le droit d'admettre que les molécules d'éther y restent parfaitement à l'état de repos. Leurs positions d'équilibre s'y modifient aussi puisque l'expérience a démontré qu'aucun corps ne peut être considéré comme absolument non conducteur.

Si deux molécules d'éther m et m' sont au repos et se trouvent à la distance r l'une de l'autre, leur répulsion réciproque est, d'après ce qui a été dit précédemment, $-\frac{mm'}{r^2}$. Pour l'unité de mesure des masses d'éther, nous avons évidemment pris ici la masse d'éther capable de donner à une autre masse d'éther d'égale grandeur l'accélération 1 dans le temps 1, la distance entre les masses étant 1. Si par contre m' est seule au repos tandis que m se meut avec la vitesse constante h dans une direction formant l'angle θ avec la ligne de jonction entre ces deux molécules, on a, pour le cas où m se rapproche de m', cas dans lequel on désigne l'angle aigu par θ, comme expression de la répulsion d'après l'équation (1) de la première partie de ce travail ;

$$-\frac{mm'}{r^2}\left[1+\varphi(-h\cos\theta)+\psi\left(\frac{h^2}{r}[1-\cos^2\theta]\right)\right].$$

Pour le cas où m s'éloigne de m', et en désignant l'angle obtus par θ, on obtient la même formule, à la seule différence près que $h\cos\theta$ (qui est égal à la projection de la vitesse le long de la ligne de jonction) présente alors un signe contraire.

Suivant les équations (7) et (10) on a :

$$\psi\left(\frac{h^2}{r}[1-\cos^2\theta]\right)=\frac{k}{2}h^2(1-\cos^2\theta), \text{ et}$$

$$\varphi(-h\cos\theta)=-ah\cos\theta-\frac{k}{4}h^2\cos^2\theta.$$

En faisant entrer ces valeurs des fonctions ψ et φ dans l'expression ci-dessus de la répulsion entre deux molécules, dont l'une seule est en mouvement, on obtient :

$$-\frac{mm'}{r^2}\left[1-ah\cos\theta+\frac{k}{2}h^2\left(1-\frac{3}{2}\cos^2\theta\right)\right]. \quad . \quad . \quad . \quad (12).$$

Si m s'éloigne de m', l'angle θ est obtus, et le second terme devient positif.

La formule (12) exprime la répulsion directe entre m et m', la première étant en mouvement et la seconde au repos. Or la molécule m' est aussi repoussée par tout le reste de la masse d'éther qui l'entoure. Au premier instant, avant que les molécules aient pu modifier leurs positions d'équilibre, la résultante de la répulsion exercée sur m' par tout le reste de la masse d'éther environnante, sera égale à la répulsion entre m considérée au repos et m', mais aura une direction opposée à cette répulsion. Cela ressort avec évidence du fait que la résultante des répulsions exercées sur m par *toute* la masse d'éther environnante était égale à zéro quand la molécule m se trouvait encore au repos. On obtient donc la somme des forces qui, au *premier* moment où m s'est mise en mouvement, agissent sur la molécule m', si l'on retranche de la répulsion exprimée par la formule (12) la répulsion entre m et m' quand la première est sensée au repos. Il suit donc de là qu'au *premier* instant la molécule m' est repoussée le long de la ligne de jonction entre m et m' avec une force qui s'exprime par

$$+\frac{mm'}{r^2}\left[ah\cos\theta-\frac{k}{2}h^2\left(1-\frac{3}{2}\cos^2\theta\right)\right]. \quad . \quad . \quad . \quad (13).$$

Si cette expression est négative, la molécule m' cherche à s'éloigner de m dans la direction de leur ligne de jonction ; si, au contraire, par contre elle est positive, un

rapprochement s'opère le long de la même ligne. Si m s'éloigne de m', l'angle θ est plus grand qu'un angle droit, et, par suite, le premier terme est négatif; si, par contre, un rapprochement a lieu, le même terme est positif.

Si maintenant μ désigne la quantité d'éther en mouvement sur l'unité de longueur du conducteur dans lequel se meut m, et que ds soit l'élément de ce conducteur, m sera égal à μds. Or μh est égal à l'intensité i du courant. On peut remplacer d'une manière analogue m' par $\mu' ds'$. On obtient de la sorte, au lieu de la formule (13),

$$+\frac{i\mu'}{r^2}\left[a\cos\theta-\frac{k}{2}h\left(1-\frac{3}{2}\cos^2\theta\right)\right]ds\,ds' \quad . \; . \; . \; . \; (14).$$

La formule (14) est l'expression de la force avec laquelle un élément du courant inducteur, dont l'intensité est i, cherche *au premier instant* à mouvoir la quantité d'éther $\mu' ds'$ dans le circuit induit le long de la ligne de jonction entre les deux éléments. C'est là la valeur maxima de cette force; dès le premier moment, elle diminue toujours de plus en plus jusqu'à ce qu'enfin elle devienne égale à zéro quand les molécules ont atteint leurs nouvelles positions d'équilibre.

La formule (14) peut se diviser en deux parties, savoir

$$+\frac{i\mu' a}{r^2}\cos\theta\,ds\,ds', \text{ et } \frac{k}{2r^2}\,i\mu' h\left(1-\frac{3}{2}\cos^2\theta\right)ds\,ds'.$$

Si, dans la seconde partie, l'on désigne par i l'intensité de courant indiquée par $\mu' h$, cette partie de la formule devient $-\frac{kii'}{2r^2}\left(1-\frac{3}{2}\cos^2\theta\right)ds\,ds'$. Or cette expression indique la moitié de la répulsion électrodynamique entre deux éléments de circuit ds et ds' quand ils sont parallèles et respectivement parcourus par les courants i et i'.

Nous avons admis, dans la déduction théorique des formules électrodynamiques que la répulsion entre les molécules d'éther se communique sans diminution aux éléments même de circuit dans lesquels ils se meuvent. Cette hypothèse ne se rapporte, naturellement, qu'à la partie de la force de répulsion entre les molécules, qui reste dans les formules électrodynamiques, et non à la partie qui disparaît (d'elle-même) dans la formation de ces formules. L'hypothèse précitée se rapportait, par conséquent, aux termes de l'expression de la répulsion qui sont multipliés par k et non à celui qui contient la constante a. Relativement à la force répulsive exprimée par ce terme, on n'a ni le droit ni le besoin de faire une semblable hypothèse, le terme en question n'apparaissant pas dans les formules électrodynamiques. Si, par contre, on maintient cette hypothèse pour les termes multipliés par k dans l'expression de la répulsion entre deux molécules d'éther, la déduction théorique donne un résultat présentant une parfaite concordance avec la formule empirique d'Ampère.

Mais, pour que la partie en question de la force répulsive se communique totalement aux éléments de circuit dans lesquels se meuvent les molécules, cela présuppose nécessairement que cette partie de la répulsion ne peut communiquer aucun mouvement propre aux molécules elles-mêmes dans leurs circuits respectifs; car, si c'était le cas, une partie de la répulsion serait dépensée à gêner ce mouvement et à produire la chaleur résultant de la résistance qu'oppose le circuit à ce même mouvement. La totalité de la répulsion ne pourrait donc, dans ce cas, passer aux éléments de circuit. Il serait toutefois possible que les molécules d'éther subissent un mouve-

ment minime par suite de la répulsion mentionnée, mais que cette répulsion fût trop faible pour permettre d'observer, dans les phénomènes électrodynamiques, une différence entre la théorie et l'expérience. Quoi qu'il en soit à cet égard, nous obtenons, comme une conséquence nécessaire de l'hypothèse que nous avons faite dans la déduction des phénomènes électrodynamiques, que les termes de la formule (14) qui sont multipliés par la constante k, n'exercent qu'une influence tout à fait insignifiante sur le déplacement des particules d'éther dans le circuit induit, et que, par conséquent, leur importance pour l'induction est singulièrement minime.

Mais, pour que ce soit le cas, il faut évidemment que kh ou la vitesse de l'éther dans le circuit inducteur, multipliée par la constante k, possède une valeur numérique très-faible. Pour ce qui concerne la vitesse h, les expériences faites à son égard n'ont pas, comme nous l'avons vu, conduit à un résultat concordant. Fizeau et Gounelle trouvèrent que la vitesse s'élevait dans un fil de cuivre à 180 millions, et dans un fil de fer à 100 millions de mètres par seconde. Walker a évalué la vitesse dans un fil de fer à 30 millions seulement, et Gould à moins de 26 millions dans un fil du même métal. Les expériences faites sur un fil télégraphique de cuivre entre Greenwich et Édimbourg donnèrent une vitesse d'un peu plus de 12 millions de mètres par seconde, et l'on n'obtint que 4 millions $^1/_3$ sur la ligne télégraphique qui relie Greenwich à Bruxelles. La faible vitesse sur cette dernière ligne, qui était également de cuivre, peut s'expliquer en partie par le fait qu'une forte longueur de ce fil était sous l'eau. Il faut remarquer en outre, que, par suite de la manière dont les expériences avaient été faites, les chiffres

cités expriment la vitesse avec laquelle la première quantité d'éther se propage, au commencement du courant, d'un pôle à l'autre de la pile. On n'a pas encore déterminé par des expériences le rapport de cette vitesse à celle qui a lieu quand le courant continue avec une intensité constante. A l'égard de la vitesse de l'éther dans un fil de métal sous l'empire des circonstances qui accompagnent une expérience d'induction ordinaire, nous ne savons à peu près rien de plus, sinon qu'elle est très-grande.

Quant à la constante k, laquelle n'est rien autre que la constante entrant comme facteur dans la formule d'Ampère pour les phénomènes électrodynamiques, la valeur de cette constante a été déterminée expérimentalement par W. Weber et Kohlrausch [1]. Si l'on conserve l'unité de mesure donnée plus haut pour la mesure de l'éther, on a, d'après l'expérience de ces deux savants, et en chiffres ronds :

$$\frac{1}{\sqrt{k}} = 440 \text{ millions de mètres par seconde.}$$

En admettant maintenant pour la vitesse h une valeur placée dans les limites des résultats des expériences précitées, on obtient une valeur très-petite pour le produit kh. Or, la constante a du premier terme de la formule (14) doit avoir aussi une valeur numérique minime. Il ressort évidemment, des considérations théoriques exposées dans ces pages, que le produit ah doit être inférieur à 1. Si, maintenant, nous admettons, par exemple, la valeur de h, trouvée par Walker, soit 30 millions de mètres par seconde, la valeur de a sera $< \frac{1}{30 \text{ millions}}$

[1] *Poggend. Annalen*, tome XC, p. 10.

le produit $\frac{kh}{2}$ sera égal, dans cette supposition, à $\frac{1}{12{,}900 \text{ millions}}$, et, par suite, a pourra être 400 fois plus grand que $\frac{kh}{2}$. On voit par là, que, loin de le contredire, l'expérience confirme bien plutôt le résultat auquel on est arrivé par la voie théorique, savoir que les termes de la formule (14) multipliés par $\frac{kh}{2}$, peuvent être négligés en comparaison du premier. Des expériences pourront seules décider si cela est permis dans la réalité.

L'action sur l'éther de l'élément de circuit ds', exprimée par la formule (14), s'exerce le long de la ligne de jonction entre ds et ds'. Mais, comme l'éther de l'élément ds' ne peut se mouvoir que le long de cet élément, l'on doit, pour avoir la mesure du mouvement produit chez l'éther de ds', multiplier cette expression par le cosinus de l'angle que forme avec l'élément de circuit la direction de la force agissante. Si l'on nomme cet angle θ', il faudra donc multiplier par $\cos\theta'$. On entend par force électromotrice de l'induction, la force *accélératrice* exercée par le fil inducteur sur l'éther contenu dans l'unité de longueur du fil induit. Cette force accélératrice s'obtient en divisant l'expression (14) par μ'. On reçoit ainsi, comme expression de l'induction, d'un élément de courant sur un élément du circuit induit, pendant le premier instant :

$$+\frac{i}{r^2}\left[a\cos\theta - \frac{kh}{2}\left(1-\frac{3}{2}\cos^2\theta\right)\right]\cos\theta'\,ds\,ds' \quad . \quad . \quad . \quad (15).$$

Le circuit induit doit toujours être fermé pour qu'un courant d'induction soit possible. Par suite, dans l'intégration de la formule (15) par rapport à ds', le terme indépendant de $\cos\theta$, savoir

$\frac{khi}{2r^2}\cos\theta'\,ds\,ds'$, disparaît toujours, quelle que soit la forme du circuit induit, pourvu que ce circuit soit fermé. C'est ce qu'il est facile de constater par le raisonnement suivant : Figurons-nous, avec l'élément ds pour centre, deux surfaces sphériques, l'une ayant le rayon r, et l'autre le rayon $r+dr$. Si, maintenant, une partie du circuit induit se trouve sur l'une ou l'autre de ces surfaces concentriques, le terme précité devra évidemment disparaître pour cette partie du circuit. Partout dans ce cas $\cos\theta'$ est égal à zéro, vu que le rayon d'une sphère forme toujours un angle droit avec les lignes tirées du point terminal du rayon sur la surface de la sphère. Les éléments du circuit induit qui tombent entre les deux surfaces concentriques, doivent toujours être en nombre pair, vu que le circuit est fermé. Si donc l'on se figure un courant dans le circuit induit, ce courant passera tout aussi souvent de la surface extérieure à la surface intérieure, que de cette dernière à la première. Le cosinus de l'angle θ', que forme, avec le rayon correspondant, l'un quelconque des éléments inclus entre les surfaces est égal à $\frac{dr}{ds'}$, et le nombre de ces cosinus portant un signe positif est égal à celui des cosinus avec signe négatif. Il suit de là, que, pour tous les éléments qui tombent entre les deux surfaces, la somme de $\frac{kih}{2r^2}\,ds\,\frac{dr}{ds'}\,ds'$ doit être égale à zéro. Or, comme cela est vrai pour une valeur quelconque de r, cela doit être vrai de même pour le circuit entier. On peut donc, au lieu de la formule (15), employer dans l'intégration de la formule :

$$+\frac{i}{r^2}\left(a\cos\theta+\frac{3}{4}kh\cos^2\theta\right)\cos\theta'\,ds\,ds' \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (10).$$

Or, cette formule n'exprime que l'induction du premier instant, avant que les molécules tant du fil que du milieu environnant aient pu quitter leurs positions primitives d'équilibre. Mais l'induction continue jusqu'à ce que les nouvelles positions d'équilibre aient été atteintes, terme auquel la force d'induction devient zéro. La force d'induction subit une diminution continue du commencement à la fin du temps d'induction, et la formule (15) n'en donne que la valeur maxima pendant le premier moment. Le résultat en doit être qu'au commencement de leur existence, les courants d'induction se montrent très-forts et diminuent ensuite d'intensité, fait que l'expérience a constaté [1]. Si maintenant on veut calculer la grandeur d'un courant d'induction dans des circonstances données, on doit prendre en considération non-seulement la valeur maxima de l'induction au premier moment Δt, mais encore la somme de toutes les inductions pendant la totalité du temps d'induction. Si, pour être plus brefs, nous désignons la valeur maxima de l'induction exercée par un élément de courant sur un élément du circuit induit, par $\Delta t Ar$ quand la distance entre les éléments est r, nous pouvons exprimer l'induction qui a lieu pendant l'instant qui suit immédiatement, par $\Delta t p Ar$, quand p est plus petit que l'unité. La somme de toutes les inductions sera de la sorte :

$$\Delta t(1+p+p_{1}+p_{11}+\ldots+o)\,Ar,$$

où chaque terme consécutif de la série est plus petit que le précédent. Cela peut se rendre plus brièvement par $\Delta t F Ar$, où F désigne la somme de la série. Pour un

[1] Voyez LEMSTRÖM, K. Vet.-Akademiens Handl. ny följd. (Mémoires de l'Acad des Sciences, nouvelle série, t. V, p. 8, 1869.) BLASERNA, Giornale di Scienze Naturali ed Economiche, vol. VI. Palermo, 1870.

autre élément du courant induit dont la distance à l'élément inducteur est r_1, on obtient de la même manière $\Delta t F_1 A r_1$. Si maintenant F était toujours égal à F_1, c'est-à-dire si la somme de la série était constante, quelques variations que fussent amenées à subir la force de courant i et la distance r entre les éléments, la somme des inductions deviendrait proportionnelle à la valeur maxima, et l'on pourrait dès lors calculer, en conservant la formule (16), la grandeur relative du courant d'induction. Le fait que F est indépendant de i, ne peut être l'objet d'aucun doute, mais l'on n'en peut dire de même relativement à r. La force d'induction à un moment donné sur la masse d'éther $\mu' ds'$ du circuit induit, est proportionnelle à la différence entre la répulsion exercée sur $\mu' ds'$ par l'élément de courant inducteur (dans lequel la masse d'éther μds se meut avec la vitesse h et la répulsion sur la même masse de toute la masse d'éther restante. La première de ces répulsions diminue, comme cela résulte clairement de ce qui précède, en raison inverse du carré de la distance entre les éléments ds et ds'. Or, si c'était aussi le cas de la dernière, c'est-à-dire de la répulsion exercée sur $\mu' ds'$ par tout le reste de la masse d'éther, F serait évidemment indépendant de r; car l'on pourrait, dans ce cas, exprimer, pour un moment donné, par $\frac{a}{r^2}$ la répulsion provenant de l'élément ds du courant inducteur, et celle de toute la masse d'éther restante par $\frac{b}{r^2}$, expressions dans lesquelles a et b seraient des constantes. La force d'induction pour ce moment-là deviendrait alors $\frac{1}{r^2}(a—b)$, ce qui peut s'écrire pAr, p étant une constante. Aussi longtemps que les molécules d'éther se trouvent dans leurs positions normales primitives d'équilibre, la répul-

sion exercée sur $\mu' ds'$ par toute la masse d'éther environnante à l'exception de μds est égale à $+ \frac{\mu\mu' ds\, ds'}{r^2}$, et diminue donc effectivement en raison inverse du carré de la distance. Mais ce ne peut plus être le cas après que les molécules se sont déplacées et que la masse d'éther autour de $\mu' ds'$ a subi de la sorte une autre répartition qu'à l'état normal; car la répulsion exercée sur $\mu' ds'$ par l'éther environnant n'est naturellement pas indépendante de la répartition de l'éther. F doit donc nécessairement dépendre de r, et nous écrirons dès lors $F(r)$ au lieu de F.

Nous avons donc obtenu la formule suivante pour l'expression de la grandeur du courant d'induction :

$$+ \frac{i\,F(r)}{r^2} \left(a \cos\theta + \frac{3}{4} kh \cos^2\theta\right) \cos\theta'\, ds\, ds' \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (17),$$

ou, si l'on néglige le dernier terme :

$$+ \frac{aiF(r)}{r^2} \cos\theta \cos\theta'\, ds\, ds' \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (18).$$

Nous admettons maintenant que le courant inducteur est fermé, et que la forme en est telle, qu'il peut être divisé par un plan en deux moitiés symétriques. Chaque élément a de l'un des côtés du plan a dès lors un élément a' symétriquement correspondant de l'autre côté. Nous admettons en outre que le circuit induit est fermé et symétrique autour du *même* plan. A chaque élément b du premier côté du plan repond ainsi un élément symétrique b' de l'autre côté. Il suit de là, que la distance entre a et b' doit être aussi grande qu'entre a' et b, que le cosinus de l'angle entre l'élément a et la ligne de jonction ab', doit être aussi grand que le cosinus entre a' et $a'b$, mais que ces cosinus doivent avoir des signes opposés,

vu que la direction des éléments des deux côtés du plan est déterminée par la direction d'un courant que l'on se représente traverser le circuit. De la même manière, les cosinus des angles formés par les lignes de jonction précitées et les éléments b et b' du circuit induit, seront d'égale grandeur, mais auront des signes contraires. Ainsi, dans l'induction de l'élément a sur b' et de a' sur b, les deux cosinus θ seront entre eux d'égale grandeur, mais ils auront des signes contraires, ce qui est de même le cas des deux cosinus θ'. Il en résulte que la partie de l'induction correspondant au terme de la formule (17) dans lequel entre $\cos^2\theta$, sera égal à zéro pour ces deux éléments symétriques réunis. Il en sera de même de tous les autres éléments symétriques quelconques. Si les deux circuits, tant l'inducteur que l'induit, sont coupés chacun symétriquement par un seul et même plan, l'intégrale du terme dans lequel entre $\cos^2\theta$, sera conséquemment égale à zéro. Dans ce cas, les intégrales des formules (17) et (18) seront donc parfaitement égales.

Nous allons maintenant comparer le résultat théorique avec les résultats de l'expérience.

Nous supposons : que le circuit tant du courant inducteur que du courant induit est circulaire; que le rayon du premier est R et celui du second R_1; que les plans des deux cercles sont parallèles, et que la ligne unissant les deux centres forme un angle droit avec ces plans. Dans ce cas, les deux circuits sont symétriquement placés autour du même plan, et la formule d'induction (18) est dès lors applicable. Si nous nous figurons alors le cercle inducteur placé dans le plan des xy d'un système de coordonnées rectangulaires, dont l'origine est au centre du cercle, le cercle induit se trouve à une certaine dis-

tance z de ce plan. La distance r d'un élément ds, dont les coordonnées sont $x = o$ et $y = -R$, élément situé dans le cercle inducteur, à un élément ds', avec les coordonnées x_1, y_1, z_1, situé dans le cercle induit, est alors égale à $+\sqrt{x_1^2+(y_1+R)^2+z_1^2}$, ou, ce qui revient au même, à $+\sqrt{R_1^2+R^2+2Ry_1+z_1^2}$. La tangente de l'élément ds est parallèle à l'axe des x, et si l'on admet que le courant inducteur passe dans la direction positive de l'axe des x, $\cos\theta = \frac{x_1}{r}$, il change par conséquent de signe avec x_1. Si l'élément ds' du courant induit est compté du côté opposé à la direction du courant inducteur, $\cos\theta'$ sera égal à $\frac{x_1 R}{rR_1}$, qui change aussi, par conséquent, de signe avec x_1. Si l'on introduit dans la formule d'induction (18) ces valeurs de r, de $\cos\theta$ et de $\cos\theta'$, on obtient :

$$+\frac{aiRF(r)x_1^2}{R_1 r^4}\,ds\,ds'.$$

Il résulte de là que l'induction de l'élément ds est égale dans les deux moitiés en lesquelles le circuit induit est partagé par le plan des yz, que les courants induits vont du même côté et en direction inverse du courant inducteur.

Mais il est évident que chaque élément du cercle inducteur a la même action inductrice que l'élément ds considéré ci-dessus. L'induction totale du cercle inducteur sur un élément du circuit induit, sera donc :

$$+\frac{2\pi R^2 aiF(r)x_1^2}{R_1 r^4}\,ds',$$

or $ds' = \frac{R_1\,dy_1}{\sqrt{R_1^2-y_1^2}}$, et $x_1^2 = R_1^2 - y_1^2$. Si l'on introduit tant ces valeurs que celle de r, et si après avoir pris l'in-

tégrale entre les limites $y_1 = +R$ et $y_1 = -R_1$, on multiplie cette dernière par 2, on obtient, comme expression de l'induction totale, après avoir remplacé y_1 par $R_1 u$ et, par conséquent, dy_1 par $R_1\, du$:

$$+ 4\pi R^2 R_1^2 ai \int_{u=-1}^{u=+1} \frac{F(r)\sqrt{1-u^2}\, du}{(R_1^2+R^2+2RR_1 u+z_1^2)^2} \quad . \; . \; (19).$$

Felici a démontré expérimentalement le principe suivant : soient deux circuits de courant circulaires A et B, d'un rayon égal R, parallèles, placés à la distance z l'un de l'autre, de telle sorte que la ligne unissant leurs centres forme un angle droit avec ces plans; deux autres circuits circulaires de courant C et D, ayant tous deux un rayon égal à R_1, sont placés de la même manière, mais à une distance z_1 l'un de l'autre, telle que $\frac{z}{R} = \frac{z_1}{R_1}$; si maintenant on fait passer par chacun des cercles A et C un courant inducteur d'une intensité égale, les courants induits de B et de D seront entre eux comme le rayon R est au rayon R_1.

On peut, à l'aide de ce principe, déterminer la fonction $F(r)$. Si, dans la formule intégrale ci-dessus, on rend $R = R_1$ et $F(r) = br = b\sqrt{2R^2+2R^2u+z^2}$, où b est une constante, on obtient :

$$+ 4\pi abi R \int_{u=-1}^{u=+1} \frac{\sqrt{1-u^2}\, du}{\left(2+2u+\frac{z^2}{R^2}\right)^{\frac{3}{2}}} \cdot$$

Comme ce qui se trouve sous le signe d'intégration est indépendant de R, si $\frac{z}{R}$ reste constant, le courant d'induction sera proportionnel à R en conformité avec les expériences de Felici.

Au lieu de la formule (18) on obtient, de la sorte, comme expression de l'induction entre deux éléments :

$$+ \frac{abi}{r} \cos \theta \cos \theta' \, ds \, ds' \quad . \; . \; . \; . \; . \; (20).$$

Afin de constater si les résultats théoriques obtenus par la formule (19), après la détermination de la fonction $F(r)$ de la manière indiquée ci-dessus, concordent avec l'expérience, M. le docteur SUNDELL, professeur agrégé de l'Université de Helsingfors, s'est livré à un grand nombre d'expériences au laboratoire de physique de l'Académie royale des Sciences de Stockholm. Une enquête de cette nature était nécessaire pour arriver à contrôler d'une manière rigoureuse les résultats théoriques obtenus, car l'on n'avait auparavant qu'un nombre très-restreint d'expériences pratiques applicables au but que nous poursuivons ici. Nous prenons la liberté de communiquer une série de ces expériences, en renvoyant le lecteur pour plus de détails au travail même de M. SUNDELL[1].

Le rayon R de la bobine d'induction était égal à 21,7 centimètres, le rayon R_1 de la bobine induite à 7,1 centimètres. La distance entre les plans des deux cercles est indiquée en centimètres sous la lettre z.

Déviation du magnétomètre.

z	Observée.	Calculée.	Différence.
1,5	176,0	176,7	+0,7
10	127,4	128,3	+0,9
15	93,3	93,4	+0,1
20	66,1	66,0	—0,1
25	46,8	46,6	—0,2
30	33,8	33,3	—0,5
40	17,9	18,1	+0,2

[1] Œfversigt af Vet.-Ak. Förh. (Bulletin de l'Acad. des Sciences.) Février 1872.

La concordance entre les calculs, d'une part, et les expériences de M. SUNDELL, de l'autre, est pleinement satisfaisante à tous égards.

Si le cercle inducteur se trouve dans le plan des xy avec le centre à l'origine, et le cercle induit dans le plan des yz, mais de telle sorte qu'il n'ait son centre ni sur l'axe des z ni sur l'axe des y, l'intégration fait disparaître le terme de la formule d'induction (17) dans lequel entre $\cos \theta$, tandis que l'autre terme, qui contient $\cos^2 \theta$ est le seul qui reste. Un arrangement pareil des circuits d'induction est par conséquent convenable pour rechercher si ce terme a ou n'a pas une puissance d'induction appréciable. M. SUNDELL a fait, au moyen de ce procédé, des expériences qui n'ont pas donné de résultats certains appréciables, ce qui corrobore de même la déduction théorique exposée ci-dessus.

La loi vraie de l'induction entre deux éléments est donc exprimée par la formule (20) donnée plus haut.

En vertu des bases sur lesquelles reposent les recherches théoriques auxquelles nous venons de nous livrer, il est évident que la formule en question s'applique aussi au cas où l'induction a lieu avec une intensité constante du courant et résulte de ce que la distance entre l'élément inducteur ds et l'élément induit ds' diminue depuis l'infini jusqu'à r.

5. *Répartition de l'éther libre au repos sur le fil conducteur entre les deux pôles d'une pile.* Quand un fil conducteur doué d'une résistance considérable relie les pôles d'une batterie galvanique, il se produit, comme on le sait, de l'électricité libre à la surface du fil. L'électricité positive du fil présente son maximum de tension au voisinage

du pôle positif. A mesure que l'on s'en éloigne, l'électricité positive diminue, et si dans toute sa longueur le fil présente la même résistance de conductibilité, il existe au milieu de cette longueur un point indifférent passé lequel la seconde moitié du fil se montre négativement électrique avec une tension croissante vers le pôle négatif. Quand la résistance du fil est plus grande vers une extrémité que vers l'autre, le point indifférent est plus près du côté de la plus grande résistance. La différence entre les tensions électriques à deux points du fil, divisée par leur résistance réduite de conductibilité, est partout constante. Cette position d'équilibre de l'électricité libre paraît difficile à expliquer, car il semble que l'électricité négative et l'électricité positive devraient franchir le point indifférent pour se réunir. On n'a pas non plus donné jusqu'ici à cet égard d'explication satisfaisante libre de toute hypothèse arbitraire. La théorie présentée par nous offre comme d'elle-même cette explication : quand un courant galvanique commence, les molécules de la masse d'éther environnante abandonnent les positions d'équilibre qu'elles avaient eues jusqu'ici, et passent dans de nouvelles positions. Il en résulte un courant induit dans un conducteur fermé voisin. Les molécules qui se trouvent dans un corps non conducteur voisin, sont également chassées de leurs positions d'équilibre et en prennent de nouvelles, quoique le défaut de conductibilité ne permette pas la naissance d'un courant d'induction proprement dit. Les molécules restent dans leurs nouvelles positions d'équilibre aussi longtemps que la cause agissante (le courant galvanique) continue avec une force constante. La loi de l'action d'un élément du courant in-

ducteur sur un élément du courant induit et exprimée par les formules ci-dessus. Mais il est évident qu'il en doit être parfaitement de même de deux éléments *ds* et *ds'* dans un seul et même circuit fermé. Le courant galvanique cherche donc à produire dès son origine un courant de sens inverse au sien propre. La force électromotrice de la pile apporte obstacle à ce mouvement.

L'éther du fil conducteur qui unit les deux pôles est conduit par la force d'induction vers le pôle positif, et s'y rassemble jusqu'à ce que sa tension soit suffisante pour vaincre la résistance apportée par la force électromotrice ou pour surmonter la force inductrice. Il est parfaitement évident que la densité de l'éther doit diminuer à mesure que l'on s'éloigne du pôle positif. La masse d'éther contenue dans le fil étant constante, il doit, quand cet éther est conduit vers le pôle positif, en résulter un déficit d'éther au pôle négatif, et ce déficit sera aussi grand que l'excès du pôle positif. Une conséquence directe de ce qui précède, c'est que la différence algébrique entre cet excès et ce déficit doit être proportionnelle à l'intensité du courant.

6. *Les phénomènes chimiques et autres phénomènes y relatifs.* Les limites de ce travail nous empêchent de donner ici un exposé complet et détaillé de l'application de la théorie précitée à l'action du courant galvanique. Nous ne pouvons que tracer les points de départ de l'explication des phénomènes chimiques. Nous appellerons en premier lieu l'attention sur le fait que la théorie de l'induction donnée dans les pages qui précèdent, a mis à notre disposition une force nouvelle, en activité permanente aussi longtemps que le courant dure. Cette force, déterminée dans

sa grandeur par la formule (16), cherche à conduire une molécule d'éther au repos dans une direction opposée à celle du courant même. Figurons-nous maintenant que le courant parcoure un liquide électrolyte constituant une alliance chimique de deux éléments p et q, et que, suivant l'idée ordinaire admise par BERZÉLIUS et d'autres chimistes, p soit électropositif et q électronégatif, c'est-à-dire, suivant notre manière de voir, que p présente un excès et q un déficit d'éther. Il résulte de ce qui précède, que la molécule p est conduite par le courant vers le pôle positif avec une force plus grande que la molécule q. Comme cet acte s'opère dans toutes les parties du liquide, cette dernière molécule devra même, en vertu du principe d'ARCHIMÈDE, chercher à parvenir au pôle négatif. Si maintenant la force avec laquelle les molécules cherchent à se mouvoir de la sorte dans une direction opposée est plus grande que l'affinité chimique des molécules entre elles, il en résultera une décomposition et l'on aura en excès les molécules p au pôle positif et les molécules q au pôle négatif.

Nous émettions, dans la première partie de ce travail, l'opinion que les particules matérielles d'un liquide peuvent être entraînées mécaniquement par le courant dans la direction de ce dernier, et que l'on peut voir dans ce fait la cause principale des phénomènes étudiés par WIEDEMANN. Mais il faut aussi avoir égard à la force de courant exprimée par la formule (16), force en vertu de laquelle le courant tend à conduire des molécules d'éther au repos dans un sens opposé au sien propre. Si maintenant ces molécules d'éther sont intimement unies à des particules matérielles, ces dernières devront être entraî-

nées dans le même sens. Il est donc possible d'obtenir pour les particules qui se trouvent dans un liquide parcouru par un courant galvanique, un mouvement tant dans l'un que dans l'autre sens, vu que ce sens dépend de la force qui présente la plus grande intensité. Nous pensons que les phénomènes de cette catégorie étudiés par QUINCKE[1] peuvent être expliqués de cette façon, sans que l'on ait besoin de recourir à l'action de l'électricité libre qui se trouve à la surface du liquide.

La circonstance que des particules du pôle négatif d'un arc voltaïque sont conduites au pôle positif, quoique leur quantité soit considérablement inférieure à celle des particules qui sont détachées par le courant et entraînées par lui dans un sens opposé, doit aussi pouvoir être attribuée à la force d'induction du courant, comprise d'après la théorie que nous avons donnée ci-dessus.

7. *Rotation du plan de polarisation de la lumière sous l'action du courant.* Pour expliquer ce phénomène, on a généralement supposé que les molécules matérielles du corps transparent dans lequel s'effectue la rotation, subissent une action directe du courant galvanique, et que cette action produit à son tour la rotation du plan de polarisation. C. NEUMANN considère, par contre, que la rotation résulte de l'action exercée sur les molécules d'éther par les courants moléculaires d'AMPÈRE dus à l'action du courant galvanique. Il a essayé de démontrer que les phénomènes en question peuvent être expliqués par l'hypothèse que ces courants moléculaires agissent sur les molécules d'éther comme si ces dernières étaient électriques. L'exposé qui précède sur la

[1] *Poggend. Annalen*, tome CXIII, p. 513.

nature de l'électricité, montre que des deux opinions c'est celle de NEUMANN qui approche le plus de la vérité. L'éther du corps transparent autour duquel passe le courant galvanique, peut, sous l'action de ce courant, ne pas se trouver à l'état normal. Les molécules d'éther ont modifié leurs positions d'équilibre, et, en outre, des courants moléculaires d'éther se sont établis, ou, s'ils existaient déjà, ont reçu une direction déterminée sous l'influence du courant galvanique. L'opinion de NEUMANN relative à l'action directe des courants moléculaires sur des molécules d'éther, n'est plus une *hypothèse* demandant confirmation, mais une *vérité*, si l'on admet que les phénomènes électriques ont lieu dans l'éther. Mais il faut certainement avoir égard en outre dans cette explication à la modification des positions d'équilibre des particules d'éther.

NOUVEAUX MÉMOIRES

SUR LA

THÉORIE MÉCANIQUE DE LA CHALEUR

PAR

M. R. CLAUSIUS [1].

On sait que l'application de la chaleur à un corps produit généralement trois sortes d'effets. Une partie de la chaleur appliquée au corps élève la température de celui-ci, sans changer de nature : c'est la *chaleur actuelle*. Une autre partie appelée *chaleur latente* est détruite comme chaleur en produisant du travail intérieur et du travail extérieur, c'est-à-dire en surmontant par la dilatation imprimée au corps, d'une part les attractions mutuelles de ses molécules, d'autre part les forces extérieures qui s'exercent sur la surface.

C'est par l'intermédiaire de la dilatation que ces travaux sont produits. On peut donc, en appelant *disgrégation* une grandeur Z qui ne dépend que de l'état du corps, c'est-à-dire une fonction des deux variables indépendantes caractérisant cet état, chercher la relation qui

[1] Nous avons reproduit ou analysé la plupart des travaux antérieurs de M. Clausius (voyez en particulier *Archives*, 1865, t. XXII, p. 214, t. XXIV, p 117; 1868, t. XXXII, p. 89). Nous donnons aujourd'hui l'extrait de deux nouveaux mémoires intitulés : *Ueber einen auf die Wärme anwendbaren mechanischen Satz* (vorgetragen in der niederrheinischen Gesellschaft am 13. Juni 1870). — *Ueber die Zurückführung des zweiten Hauptsatzes der mechanischen Wärmetheorie auf allgemeine mechanische Principien* (vorgetragen in der niederrheinischen Gesellschaft am 7. November 1870.)

existe entre la variation δZ que cette grandeur éprouve par le fait d'une application de chaleur, et le travail δL tant intérieur qu'extérieur qui en est la conséquence.

En admettant *à priori* que cette relation est la suivante :

La quantité de chaleur qui peut être rendue latente en produisant des travaux intérieur et extérieur, par suite d'une augmentation donnée de la disgrégation d'un corps, est proportionnelle à la température absolue de celui-ci,

et, en se basant sur le second principe de la théorie mécanique de la chaleur, c'est-à-dire sur le principe de l'équivalence des transformations, M. Clausius était arrivé à la conclusion suivante :

La chaleur actuelle contenue dans un corps ne dépend que de sa température [1].

Mais on peut trouver plus naturel d'admettre *à priori* cette dernière loi; et alors, en s'appuyant également sur le second principe, et en retournant le raisonnement, on peut réciproquement établir cette loi de la proportionnalité entre la chaleur latente et la température absolue pour une augmentation déterminée de la disgrégation du corps auquel la chaleur est appliquée [2].

Cette relation si simple peut être envisagée comme l'expression la plus caractéristique et la plus intelligible du second principe.

La chaleur étant envisagée comme un mouvement moléculaire, le premier principe découle directement de

[1] Voyez Clausius, Abhandlungensammlung, t. I, p. 242. *Erweiterung des zweiten Hauptsatzes auf die innere Arbeit.*

[2] Voyez *Archives*, tome XXXII, page 89 (juin 1868).

l'équivalence entre la force vive et le travail mécanique. M. Clausius cherche à rattacher de même le second principe à une loi générale de la mécanique.

Le difficile est de se faire une conception du mouvement moléculaire qui constitue la chaleur. La seule hypothèse plausible est de considérer les molécules, dont un corps est composé, et que dans le calcul on assimile à des points doués de masse, comme soumises à des actions qu'elles exercent les unes sur les autres, et de considérer ces actions comme étant de telle nature que le système matériel réalise la loi de la conservation de la force vive. Un système matériel ainsi constitué sera susceptible d'un mouvement *stationnaire*, c'est-à-dire d'un mouvement dans lequel chacun des points du système ne sort pas d'un espace circonscrit, et dans lequel la vitesse de chacun d'eux demeure comprise entre des limites déterminées. Un mouvement de cette nature, en tant qu'il caractérise toutes les molécules d'un corps quelconque, sera pour nous l'image de la chaleur.

Un corps doué de chaleur sera donc pour nous un système de points matériels dont chacun, en vertu des actions qu'il reçoit de la part des autres, est animé d'un mouvement périodique, c'est-à-dire décrit une trajectoire fermée, qui, en l'absence de toute intervention extérieure, demeure identique à elle-même, et est toujours parcourue dans des conditions identiques.

De notre définition du mouvement stationnaire, il résulte en premier lieu que l'on peut attribuer à chaque point matériel une vitesse moyenne, qui sera désignée par le symbole $\bar{v}$, et qui est le quotient de la longueur de la trajectoire par le temps employé à la décrire.

La loi de la conservation de la force vive apporte à

notre conception des forces moléculaires une restriction capitale qui peut s'énoncer ainsi : l'action qu'un point matériel quelconque reçoit de chacun des autres, est de telle nature que ses composantes rapportées à trois axes coordonnés rectangulaires soient à chaque instant égales, en grandeur absolue, aux trois dérivées partielles d'une quantité U qui n'est fonction que des coordonnées du point matériel relativement aux mêmes axes. La fonction U, dont l'existence découle de ce qui précède, varie suivant une période qui coïncide avec celle du mouvement du point matériel auquel elle se rapporte, et repasse par la même valeur chaque fois que ce point repasse par la même position sur sa trajectoire. Il résulte donc, en second lieu, de notre définition du mouvement stationnaire qu'on peut assigner à chaque point matériel une valeur moyenne $\overline{U}$ de la fonction U qui le concerne.

Cela étant on peut supposer qu'une intervention extérieure quelconque vienne apporter au système une modification infiniment petite, en vertu de laquelle un point matériel de masse m décrira une trajectoire différente, mais infiniment voisine, de la trajectoire primitive : la durée i de la période deviendra $i+\delta i$, la vitesse moyenne $\bar{v}$ deviendra $\bar{v}+\delta\bar{v}$ et la valeur moyenne de la fonction $\overline{U}$ deviendra $\overline{U}+\delta\overline{U}$. Il en sera de même pour tous les points, en nombre immense, qui composent le système. M. Clausius établit alors :

1° que la variation de $\overline{U}$, celle de $\bar{v}$ et celle de i sont liées par la relation :

$$\Sigma\delta\overline{U}=\Sigma\frac{m}{2}\delta(\overline{v^2})+\Sigma m\overline{v^2}\delta\,(\text{log. nat. } i) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

le signe Σ s'étendant à tous les points dont le système est

composé, et en supposant que, à chaque instant, les différents points soient dans les phases les plus diverses de leur mouvement périodique et que chaque phase imaginable soit également représentée parmi eux;

2° que, si l'on désigne par δL le travail élémentaire provenant de la modification subie par le système, c'est-à-dire la chaleur latente élémentaire, on a :

$$\Sigma \delta \bar{U} = \delta L \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

Par conséquent :

$$\delta L = \Sigma \frac{m}{2} \delta (\bar{v}^2) + \Sigma m \bar{v}^2 \delta \text{ (log. nat. } i) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

C'est cette expression du travail élémentaire qu'il s'agit de mettre en regard de celle qu'indique la théorie mécanique de la chaleur, en considérant la modification intervenue dans le mouvement moléculaire du système matériel comme l'image d'une modification apportée à l'état thermique du corps qui lui est assimilé.

Dans le second terme du second membre de l'équation ci-dessus, deux quantités $\bar{v}$ et i qui peuvent n'être pas les mêmes pour tous les points se trouvent réunies sous le signe Σ. M. Clausius fait observer à cet égard que, en supposant le système subdivisé en groupes de points, homogènes entre eux, mais hétérogènes les uns par rapport aux autres, on ne peut pas admettre que la force vive d'un groupe varie tandis que celle d'un autre groupe demeure la même, mais qu'il doit nécessairement exister des rapports déterminés entre les forces vives des différents groupes. D'après cela il pose pour un point quelconque $\frac{m}{2} \bar{v}^2 = mcT$, c étant une grandeur qui est constante pour chaque point, mais qui n'est commune qu'aux points du même groupe, tandis que T est une grandeur

variable par rapport au temps, mais toujours identique pour tous les points du système envisagé. On a d'après cela :

$$\frac{m}{2}\delta(\bar{v}^2) = \delta\left(\frac{m}{2}\bar{v}^2\right) = \delta \,.\, mcT = mc\delta T \,.$$

Par conséquent :

$$\left.\begin{aligned} &\delta L = \Sigma mc\delta T + \Sigma 2 mcT\delta.\,(\text{log. nat. } i) \\ &\delta L = T\left(\Sigma mc\frac{\delta T}{T} + \Sigma 2 mc\delta\,(\text{log. nat. } i)\right) \\ &\delta L = T\delta\,[\,\Sigma mc \text{ log. nat. } (Ti^2)\,] \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \quad (4)$$

Cette relation coïncidera parfaitement avec celle que donne la théorie mécanique de la chaleur :

$$\delta L = \tau\delta Z \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5)$$

si nous supposons : 1° que la variable T commune à tous les points du système est la température absolue τ de celui-ci ; 2° que la quantité Σmc log. nat. (Ti^2) est l'expression de la disgrégation Z, ce qui est parfaitement admissible ; car la valeur de cette quantité ne dépend évidemment que de l'état physique du corps au moment où on l'envisage, et nullement de la voie par laquelle il y est arrivé.

On peut pousser encore plus loin l'identification avec les résultats de la théorie mécanique de la chaleur. En appelant H la chaleur totale et Q la chaleur actuelle, on a :

$$\delta H = \delta Q + \delta L \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

mais $\delta Q = \delta\Sigma mc\tau = \Sigma mc\delta\tau$

si on suppose que la constante c, qui caractérise les molécules similaires, soit leur *chaleur spécifique vraie.*

On a en outre :

$$\delta L = \Sigma mc\delta\tau + \tau\Sigma 2\, mc\delta\,(\text{log. nat. } i)$$

puisque nous supposons T identique à τ. Donc :

$$\delta H = \Sigma 2 mc \delta \tau + \tau \Sigma 2 mc \delta \text{ (log. nat. } i)$$

ou

$$\delta H = \tau \delta [\Sigma 2 mc \text{ (log. nat. } Ti)] \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

Si l'on pose : $\Sigma 2 mc$ log. nat. $(Ti) = S$, on voit que :

$$\delta S = \frac{\delta H}{\tau} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

et l'on reconnaît dans la quantité représentée par S la grandeur désignée par M. Clausius sous le nom d'*entropie.* On voit qu'effectivement cette quantité ne dépend, tout comme Z, que de l'état physique du corps au moment où on l'envisage.

Ainsi se trouve mise en lumière la concordance qui existe entre les relations (5) et (8), expressions du second principe de la théorie de la chaleur, et les principes généraux de la mécanique.

A. A.

SUR LES

SPECTRES DE QUELQUES GAZ

RENFERMÉS

DANS DES TUBES DE GEISSLER

PAR

M. A. WÜLLNER

(Extrait [1].)

Ce Mémoire fait suite à ceux que M. Wüllner a publiés précédemment sur les diverses formes que revêtent les spectres des trois gaz simples, hydrogène, oxygène et azote, lorsqu'on fait varier leur pression [2]. M. Wüllner concluait, on s'en souvient, à l'existence de quatre spectres différents pour l'hydrogène, spectre aux six groupes de lignes vertes, spectre ordinaire aux trois raies brillantes, spectre cannelé ou de premier ordre, spectre absolument continu aux hautes pressions. Il admettait aussi quatre spectres distincts pour l'oxygène, spectre aux cinq groupes de lignes vertes et bleues, spectre de premier ordre, spectre ordinaire de second ordre (Plücker), spectre continu. Enfin il distinguait trois spectres différents de l'azote, spectre ordinaire de premier ordre, spectre de second ordre, spectre continu.

[1] Ueber die Spectra einiger Gase in Geissler'schen Röhren, von A. Wüllner. (*Poggend. Annalen*, tome CXLIV, p. 481.)

[2] Voyez *Archives*, 1869, tome XXXV, p. 191, et tome XXXVI, p. 34; voyez également *Archives*, 1871, tome XL, p. 305.

Ayant constaté plus tard que le spectre à bandes ou de premier ordre, qu'il avait décrit comme appartenant à l'oxygène, présentait une grande analogie avec un des spectres du carbone décrits par M. Watts et avec le spectre de l'oxyde de carbone obtenu par Plücker dans des tubes de Geissler amenés aux dernières limites de raréfaction, M. Wüllner se décida à entreprendre l'étude approfondie des formes que revêtent à diverses pressions les spectres de différents gaz composés du carbone combiné avec de l'oxygène, de l'hydrogène ou de l'azote. Ce sont ces recherches qui font le sujet du présent Mémoire; elles ont démontré que les différents spectres obtenus précédemment avec l'hydrogène, doivent bien être attribués à ce gaz, tandis que le spectre à bandes et le nouveau spectre de second ordre qui avaient été observés avec un tube à oxygène sont en réalité deux spectres différents du carbone.

Les expériences furent conduites comme dans les recherches précédentes. L'aspirateur de Sprengel fut remplacé par une pompe à mercure de Geissler portant une échelle graduée et servant en même temps de manomètre. Les tubes de Plücker sur lesquels on opérait, portaient à chacune de leurs extrémités un prolongement avec robinet de verre, et communiquaient d'une part avec la pompe, d'autre part avec l'appareil de dégagement du gaz auquel ils étaient reliés par des tubes de dessication contenant de l'acide phosphorique et de l'acide sulfurique concentré. L'étincelle électrique était fournie par une bobine de Ruhmkorff du plus gros modèle, à laquelle on ajoutait parfois même une bouteille de Leyde. Le spectroscope portait un seul prisme de Merz en flint lourd,

présentant un angle de 60° 3′30″ et donnant comme déviation pour les trois raies de l'hydrogène

$$H_\alpha = 61°42'45''$$
$$H_\beta = 65°\ 7'30''$$
$$H_\gamma = 67°24'30''$$

d'où on déduit pour les indices de réfraction correspondant à ces trois raies

$$n_\alpha = 1{,}74576$$
$$n_\beta = 1{,}77394$$
$$n_\gamma = 1{,}79268$$

1. — *Acide carbonique.*

Spectre ordinaire de l'acide carbonique aux basses pressions. — Ce gaz préparé par le procédé ordinaire avec du marbre et de l'acide chlorhydrique étendu, était convenablement purifié et desséché. Le spectre à bandes propre à ce gaz se produisait le mieux aux basses pressions lorsque les deux courants induits, inverse et direct, traversaient alternativement le tube de Plücker. Il est nécessaire d'entrer ici dans le détail de ce spectre pour arriver à le différencier de celui de l'oxyde de carbone, ce que l'on ne peut pas suffisamment avec les descriptions données par Plücker et par M. Watts, et ce que l'on ne peut pas davantage avec les tubes de Geissler qui ne donnent pas généralement le spectre de ces gaz avec une assez grande pureté.

Le spectre de l'acide carbonique commence dans le rouge un peu en avant de H_α à 61° 37′, par trois champs lumineux d'un faible éclat dont le dernier se termine à 62° 19′ et qui sont séparés par des intervalles presque absolument obscurs. Sur le troisième champ, à 62° 14′ se trouve une ligne brillante. A ces bandes rouges succède immédiatement un champ orangé de 14′ de large,

présentant cinq cannelures à peu près égales entre elles. Puis après un étroit espace obscur ayant une largeur de 3′ environ, vient un champ jaune et vert-jaune s'étendant jusqu'à 63° 10′ partagé par des ombres en trois divisions ou cannelures dont la première qui est la moins lumineuse est deux fois aussi large que les deux autres. A 63° 10′ commence un champ vert-jaune avec des rayures très-fines produites par un grand nombre de lignes noires très-rapprochées. M. Wüllner appelle une fois pour toutes cette portion caractéristique de la réaction spectrale du carbone, les cannelures vert-jaune, elle a une largeur de 15′. Vient ensuite un champ moins brillant qui s'étend jusqu'à 63° 36′ et qui est suivi d'une large bande ombrée en persienne allant jusqu'à 64° 7′. Là commence un champ vert à rayures très-fines comme celui qui se trouve dans le vert-jaune, il a aussi 15′ environ de large. L'intervalle compris entre les rayures vertes et 65° 14′ est très-peu éclairé, on y distingue trois bandes lumineuses dont la dernière, en persienne, est sensiblement plus large que les deux autres. A la suite se trouve un beau champ bleu qui, dans sa première partie sur 10′ de largeur présente des rayures fines analogues à celles qui ont été observées ailleurs et au delà prend l'apparence persienne. De 65°58′ à 66°17′ il y a un espace presque complétement obscur avec deux raies pâles. Là commence une série de bandes lumineuses en persienne, très-faibles, allant jusqu'à 66° 32′; enfin au delà on observe encore deux bandes violettes cannelées, la première de 10′, la seconde de 20′ de large, séparées par un intervalle de 17′.

Second spectre à bandes de l'acide carbonique. — Le spectre qui vient d'être décrit a été obtenu avec un tube de Plücker dont la portion capillaire avait 60^{mm} de long,

et dans lequel la distance des électrodes était de 160^{mm}. Tout en restant le même, il devient plus brillant et plus détaillé lorsqu'on emploie un tube de Plücker, dont la portion capillaire est plus courte ou plus étroite. Ce spectre se produit toujours, comme nous l'avons dit, aux basses pressions, c'est-à-dire à 10^{mm} ou 12^{mm} et au-dessous. Parfois cependant, surtout lorsque la décharge a traversé le tube pendant un temps un peu prolongé, il se modifie dans quelques-unes de ses parties et se rapproche de celui qui a été trouvé plus tard avec l'oxyde de carbone. Ainsi les deux premiers champs rouges n'en forment plus qu'un seul, la bande orangée présente des rayures beaucoup plus fines, analogues à celles des cannelures vert-jaunes; il en est de même des bandes cannelées violettes dont la dernière est repoussée de 7′ vers le violet extrême. M. Wüllner fait de cette nouvelle apparence un second spectre à bandes de l'acide carbonique.

Modifications que subit le spectre de l'acide carbonique avec la pression. — Quand la pression augmente au delà de quelques millimètres, le spectre subit une extinction lente qui s'étend graduellement des deux bords vers le milieu. Pour produire le même degré d'extinction du spectre, il faut avec les tubes à portion capillaire courte une pression plus élevée qu'avec les tubes plus longs. M. Wüllner a décrit ces modifications pour un tube dont la portion capillaire avait 15^{mm} de long.

A 58^{mm} les parties violettes qui, avec ce tube court, étaient apparues au delà du dernier champ violet décrit ci-dessus avaient disparu ainsi que les bandes rouges. Dans le reste du spectre les champs lumineux compris entre les portions rayées et cannelées s'étaient éteints dans une beaucoup plus grande proportion que ces dernières. De

telle sorte que le spectre était arrivé à se composer de six larges bandes cannelées contiguës, dans chacune desquelles l'intensité lumineuse allait en diminuant de gauche (côté moins réfrangible) à droite. Le bord le moins réfrangible et le plus brillant de chacune de ces bandes, se trouvait à 62° 19′, 63° 10′, 64° 7′, 65° 14′, 66° 32′, 67° 6′.

A 90^{mm} les bandes extrêmes orangées et violettes ont disparu, les autres se sont rétrécies en pâlissant, et ne sont plus guère visibles que sur une largeur de 10′ chacune.

A 120^{mm} le spectre est de plus en plus pâle, l'orangé, le jaune et le violet extrême ont entièrement disparu.

L'éclat du spectre diminue graduellement jusqu'à 200^{mm}, à partir de là il augmente de nouveau, mais il change de caractère et se transforme peu à peu en un spectre de second ordre, ce qui, du reste, a lieu aussi à des pressions beaucoup plus basses, lorsqu'on introduit une bouteille de Leyde dans le circuit. Quatre raies brillantes équidistantes, dont la première est vers 64° 13′, remplacent alors les cannelures vertes. La bande bleue rayée a entièrement disparu, en revanche à une petite distance à sa droite apparaissent quatre raies comprises entre 65° 36′ et 65° 50′. Ces deux groupes sont à peu près tout ce qui reste du spectre de l'acide carbonique aux pressions qui avoisinent 300^{mm}.

Aux pressions les plus élevées qu'on ait pu atteindre, soit avec le tube court vers 470^{mm}, le spectre est toujours à peu près le même, seulement son éclat a augmenté, et on voit apparaître un spectre continu pâle, et de plus quelques groupes du spectre ordinaire de l'oxygène décrit par Plücker.

Modifications que subit le spectre de l'acide carbonique par un passage prolongé de l'étincelle et comparaison avec

un des spectres attribués à l'oxygène.— Le passage prolongé de l'étincelle électrique à travers un tube de Plücker renfermant de l'acide carbonique très-raréfié, modifie graduellement l'apparence du jet. Les belles stries bleues qui partaient de l'auréole négative, disparaissent pour laisser place à un jet blanchâtre continu, et la portion capillaire d'abord blanche devient bleu foncé. Le tube se comporte alors comme s'il renfermait un gaz à une pression plus élevée, il ne laisse passer qu'une des décharges alternatives; de plus il y a dépôt de charbon dans le tube. Le spectre se réduit aux bandes cannelées situées vers 63° 10′, 64° 7′, 65° 14′, et à la bande violette qui est très-pâle. Ces quatre cannelures coïncident avec celles qui constituaient la partie essentielle du spectre à bandes que M. Wüllner avait décrit dans son premier Mémoire en l'attribuant à l'oxygène [1]. Or comme ces bandes cannelées se retrouvent aux basses pressions avec les autres combinaisons du carbone étudiées par l'auteur, il suit que ce spectre doit être, selon toute probabilité, attribué au carbone qui avait pu être introduit dans le tube à oxygène par l'oxydation de la graisse des robinets [2].

Spectre linéaire et assimilation au nouveau spectre linéaire attribué à l'oxygène. — En prolongeant davantage le passage de l'étincelle, on n'observa pas de nouvelle modification dans le spectre; mais par l'introduction d'une bouteille de Leyde dans le circuit, on vit apparaître un

[1] Voyez *Archives*, 1869, tome XXXV, p. 198.

[2] Cette interprétation nous paraît de plus confirmée par la couleur verdâtre qu'avait affectée le tube à oxygène de M. Wüllner lorsqu'il observa le spectre à bandes dont il s'agit; cette teinte verdâtre est assez caractéristique de l'acide carbonique ou de l'oxyde de carbone. (Voyez *Archives*, loc. cit., et *Poggend. Annalen*, tome CXXXV, p. 517, au bas de la page.) (*Réd.*)

spectre linéaire qui subsista ensuite, lorsqu'après avoir fait passer un certain temps l'étincelle de la bouteille on eut enlevé celle-ci. La résistance dans l'intérieur du tube était devenue très-grande, et il s'y était déposé beaucoup de charbon. Ce spectre linéaire dans le détail duquel nous n'entrons pas ici, fut reconnu identique à celui que l'auteur avait obtenu dans un tube à oxygène amené aux dernières limites de raréfaction et comme ce spectre a été donné aussi dans ses parties essentielles par de l'acide carbonique, à de plus hautes pressions et par d'autres combinaisons du carbone, l'auteur conclut que c'est à ce dernier corps qu'il doit être attribué.

Transformations que produit l'introduction d'une bouteille de Leyde.—Si vers 12^{mm}, ou un peu au-dessus, c'est-à-dire à une pression à laquelle on obtient, avec la décharge induite simple, le spectre à bandes décrit en détail ci-dessus, on fait passer dans le tube de Plücker l'étincelle d'une bouteille de Leyde, on voit apparaître un spectre linéaire produit essentiellement par la décomposition des champs lumineux cannelés en un certain nombre de groupes de raies brillantes et qui est identique à celui qu'on avait observé précédemment sans bouteille de Leyde à 200^{mm}. Lorsque la pression augmente, déjà vers 20^{mm} on voit derrière ce spectre linéaire un spectre absolument continu borné aux limites du spectre ordinaire complet de l'acide carbonique. Ce fond lumineux continu devient de plus en plus brillant à mesure que la force élastique du gaz s'accroît; sur lui se projette d'abord, comme nous l'avons vu, le spectre obtenu sans bouteille aux pressions élevées, puis plus tard, lorsque celui-ci a disparu, le spectre linéaire des basses pressions (précédemment attribué à l'oxygène), et en outre un certain nombre de raies du spectre ordinaire de l'oxygène

(Plücker). Avec un tube plus étroit la série des transformations fut la même, seulement le spectre obtenu vers 20^{mm} était plus brillant et plus complet, on distinguait avec ce tube plusieurs groupes de raies que l'on n'avait point vues avec le tube plus large; de plus les divers groupes composant le spectre au lieu de se détacher sur un fond sombre étaient reliées par des bandes lumineuses cannelées. La pression augmentant celles-ci disparaissent et font place au fond continu. Enfin aux pressions les plus élevées qu'on ait pu atteindre avec l'emploi de la machine de Holtz, c'est-à-dire vers 470^{mm}, le spectre continu avait encore beaucoup augmenté d'éclat, les raies brillantes qui se détachaient dessus avaient entièrement disparu sauf le groupe de lignes bleues du spectre de l'oxygène de Plücker, et depuis 350^{mm} on observait le renversement de la raie du sodium qui apparaissait en noir comme dans le spectre solaire.

En résumé M. Wüllner a été amené à distinguer avec l'acide carbonique cinq spectres différents : deux spectres à bandes apparaissant sans bouteille de Leyde et aux basses pressions[1], deux spectres de second ordre qui se produisent aussi bien avec que sans bouteille de Leyde, dont l'un composé essentiellement de trois groupes de raies, s'obtient sans bouteille aux pressions qui dépassent 200^{mm}, avec bouteille aux très-basses pressions, et dont l'autre apparaît sans bouteille aux pressions les plus basses qu'il soit possible d'atteindre, et avec bouteille aux très-hautes pressions, se projetant alors sur le fond continu ; enfin un spectre continu qui se montre aux très-hautes pressions, mais toujours accompagné de lignes

[1] De ces deux spectres l'un n'est guère, d'après la description qu'en donne l'auteur, qu'une faible modification de l'autre.

brillantes, particulièrement de quelques-unes de celles du spectre de l'oxygène de Plücker qui subsistent les dernières.

2. — *Oxyde de carbone.*

Le spectre de l'oxyde de carbone se développait le mieux dans les longs tubes à 5^{mm}, dans les tubes plus courts vers 12^{mm}. Sauf quelques modifications minimes ce spectre était identique au second spectre à bandes de l'acide carbonique. Les transformations par lesquelles passe ensuite le spectre de ce gaz par suite de variations de pression, d'un passage prolongé de l'étincelle ou de l'emploi d'une bouteille de Leyde furent les mêmes à peu près que celles qui avaient été observées avec l'acide carbonique et que nous avons données en détail ci-dessus, nous ne les reproduisons donc pas ici. M. Wüllner a obtenu avec l'oxyde de carbone quatre spectres différents, un spectre à bandes (identique au second spectre de l'acide carbonique), deux spectres linéaires qui sont les mêmes que ceux que donne l'acide carbonique et se produisant dans les mêmes conditions, enfin le spectre absolument continu des hautes pressions. Le passage à ce dernier spectre ne s'effectue pas par l'élargissement des raies brillantes, mais par l'apparition d'un fond lumineux continu absorbant graduellement toutes les raies brillantes qui se projetaient d'abord sur lui.

3. — *Éthylène.*

Les observations spectrales avec ce gaz sont rendues difficiles par le fait qu'il s'y produit, par le passage de l'étincelle, un dépôt considérable de charbon qui obscurcit le tube. Pour le nettoyer, il faut y introduire de l'air et faire ensuite passer l'étincelle pendant un temps prolongé,

de façon à brûler ce charbon et à le réduire en acide carbonique. Le même fait se produit du reste quoiqu'à un moindre degré avec l'oxyde de carbone.

Si l'on fait abstraction des 3 raies H_α H_β H_γ de l'hydrogène, l'éthylène donne quatre spectres différents : 1° un spectre à bandes composé du spectre de premier ordre de l'hydrogène, lequel se montre presque intact dans ses parties rouges et jaunes, et du spectre à bandes du carbone qui se manifeste par la présence des cannelures vert-jaunes, vertes et bleues constituant la partie essentielle des spectres de premier ordre de l'acide carbonique et de l'oxyde de carbone ; à certaines pressions ces cannelures demeurèrent seules de tout le spectre composé, de premier ordre, de l'éthylène, même lorsqu'on eut mélangé ce gaz avec le double de son volume d'hydrogène ; 2° et 3° les deux spectres linéaires déjà observés avec l'acide carbonique et l'oxyde de carbone ; 4° enfin le spectre continu.

Les conditions dans lesquelles ces spectres se produisent sont les mêmes que pour les deux gaz précédents. Les deux spectres linéaires appartenant aussi bien au gaz oléfiant qu'aux combinaisons du carbone avec l'oxygène, on en peut conclure que ce sont bien réellement des spectres du carbone et non point des spectres de l'oxygène.

4. — *Hydrogène protocarboné.*

Le gaz des marais donna exactement les mêmes résultats que le gaz oléfiant et le mélange de ce gaz et d'hydrogène ; il fournit les mêmes spectres que le gaz oléfiant dans les mêmes conditions. Seulement avec l'hydrogène protocarboné il se fait un dépôt de charbon considérable sur les parois du tube.

5. — *Cyanogène.*

Avec le cyanogène les expériences ne purent être faites qu'à de très-basses pressions, car dès qu'on dépassait 2^{mm}, on avait dans le tube un dépôt de charbon tel que toute observation était rendue impossible.

A ces basses pressions le cyanogène donne un beau spectre à bandes qui, comme celui de l'azote, commence près de H_α et qui, dans le rouge et le jaune, est absolument identique à celui de ce gaz, présentant la même colonne cannelée partagée en deux par une bande obscure. A partir de là il se compose essentiellement des cannelures vert-jaunes, vertes et bleues caractéristiques du carbone, et dans les intervalles de ces bandes rayées, qui sont plus étroites ici que dans le spectre ordinaire de l'acide carbonique, il montre en outre certaines parties du spectre de l'azote avec quelques raies et groupes de raies appartenant au premier des deux spectres linéaires de l'acide carbonique.

Le passage de l'étincelle venant à se prolonger, ce spectre de second ordre du carbone se développe de plus en plus, tandis que le spectre de l'azote s'efface et disparaît même complétement dans le rouge et le jaune. A la pression la plus élevée à laquelle l'auteur ait pu opérer, savoir à 2^{mm}, dans un tube court, la réaction spectrale du carbone avait presque entièrement disparu, et le spectre obtenu était à peu près celui de l'azote pur.

Les observations faites avec le cyanogène, quoique très-incomplètes, confirment donc les résultats obtenus avec les autres combinaisons du carbone. Ce gaz fournit, en effet, un spectre à bandes dans lequel se retrouvent les parties essentielles du spectre de premier ordre de

l'acide carbonique et de l'oxyde de carbone, et un spectre à raies identique au spectre aux cinq groupes verts et bleus précédemment attribué à l'oxygène et reconnu depuis pour appartenir au carbone.

En terminant ce résumé, nous ne pouvons nous empêcher de faire remarquer que les modifications apportées par les variations de pression dans les réactions spectrales du carbone sont plus simples que celles que M. Wüllner a constatées dans le cas de l'hydrogène. Les trois premiers spectres du carbone découlent directement l'un de l'autre, les groupes de raies viennent prendre la place des cannelures; entre les différents spectres de l'hydrogène, il n'y a au contraire aucune parenté.

6. — *Réponse à M. Angström sur la multiplicité des spectres d'un même gaz.*

Dans un appendice au mémoire que nous venons d'analyser, M. Wüllner réfute les objections que M. Angström [1] avait formulées contre les résultats qu'il avait précédemment obtenus avec les trois gaz simples, hydrogène, oxygène et azote, résultats qui avaient trouvé, jusqu'à un certain point, leur confirmation dans les conclusions des recherches théoriques auxquelles M. Zöllner s'est livré récemment sur cette matière [2]. Pour ce qui tient d'abord à l'oxygène, nous remarquerons que le travail dont nous rendons compte ici a été communiqué par M. Wüllner, en juillet 1871, à la *Société des Sciences naturelles d'Aix-la-Chapelle,* avant, par conséquent, qu'il ait pu avoir connaissance de la note insérée par le physicien norwégien au *Compte rendu* du 7 août 1871.

[1] *Archives*, 1871, tome XLII, p. 87.
[2] *Archives*, 1871, tome XLI, p. 120.

M. Wüllner était donc arrivé, comme M. Angström et avant lui, à considérer le nouveau spectre de second ordre, attribué d'abord à l'oxygène, comme appartenant en réalité au carbone. Quant à l'autre spectre contesté de l'oxygène, l'auteur a été conduit, comme nous l'avons vu, à le ranger aussi parmi ceux du carbone et non point à en faire, comme M. Angström, un spectre combiné du chlore et de l'oxygène.

En ce qui concerne ensuite les coïncidences que ce dernier physicien établit entre certaines portions de l'un des nouveaux spectres de l'hydrogène et les portions voisines du spectre du soufre, M. Wüllner observe que ces coïncidences sont très-partielles et peu précises, s'expliquant d'ailleurs facilement par le très-grand nombre de raies, presque toutes touchantes que le soufre donne dans le vert et le bleu. En se contentant d'un aussi faible degré d'approximation, on pourrait aussi bien assimiler le nouveau spectre de l'hydrogène à ceux du fer et du titane très-riches également en raies vertes et bleues. Pour décider de la provenance d'un spectre, il ne suffit pas d'observer un petit nombre de raies, il faut considérer l'ensemble des réactions spectrales.

Enfin M. Wüllner revendique pour lui la découverte de la continuité des spectres des gaz aux hautes pressions que M. Angström avait cru pouvoir faire remonter à Plücker; ce dernier en effet s'était borné à signaler l'élargissement que les trois raies du spectre ordinaire de l'hydrogène subissent par une augmentation de pression, sans pousser l'expérience jusqu'au spectre continu.

E. S.

FRANÇOIS-JULES PICTET

NOTICE BIOGRAPHIQUE

Le 15 mars 1872 a été un jour d'affliction pour Genève qui perdait un de ses savants les plus illustres, une de ses personnalités politiques les plus éminentes : F.-J. Pictet venait de succomber à une rapide maladie, suite imprévue d'un accident en apparence sans gravité, dans un moment où plus que jamais peut-être ses brillantes facultés et son dévouement semblaient nécessaires à son pays. Encore dans la force de l'âge et la plénitude d'une rare capacité, que de services ne semblait-il pas appelé à ajouter à ceux qu'il avait déjà rendus ! Sa mort était un malheur public. Puis que de gens personnellement affligés, que de regrets adressés à cet homme chez lequel les qualités du cœur égalaient les dons de l'intelligence! quelle douloureuse sympathie pour cette famille, récemment frappée d'épreuves répétées, et qui allait reprendre ses habits de deuil en pleurant cette fois son chef bien-aimé !

Retracer cette carrière si belle, si utile, si diversement remplie, est une tâche difficile et, je le sais, bien au-dessus de mes forces; pourtant je me sens pressé du besoin de l'essayer et de rendre ainsi un dernier témoignage de reconnaissance à celui que j'avais appris à connaître comme maître dans ma jeunesse et qui depuis est devenu pour moi le meilleur des amis [1].

[1] Je dois remercier ici toutes les personnes qui ont bien voulu m'aider dans la rédaction de cette Notice, et particulièrement MM. Le Fort-Mestrezat, Ch. Le Fort, P. de Loriol, A. Humbert, H. de Saussure, qui m'ont fourni de précieux renseignements.

I

François-Jules Pictet naquit à Genève le 27 septembre 1809. Il était issu de l'une des plus anciennes familles de Genève, qui avait compté déjà de nombreuses illustrations dans son sein.

Son père, Jean-Pierre Pictet, partageait une vie studieuse entre la culture des sciences et les fonctions qu'il remplissait dans la magistrature. Ami intime de de Candolle, parfois associé aux travaux du celèbre physicien Marc-Auguste Pictet, son parent éloigné, il s'était fait connaître par plusieurs publications[1] et par quelques cours de physique à la suite desquels il reçut le titre de professeur de physique adjoint à l'Académie de Genève. Il avait épousé Adélaïde Baraban[2], femme distinguée dont la grande droiture de caractère eut une heureuse influence sur ses enfants.

J.-P. Pictet exerça une action puissante sur la carrière de son fils; il apporta à son éducation l'ardeur et la vivacité qu'il mettait à toute chose; de bonne heure il lui inspira le goût de l'histoire naturelle et des collec-

[1] Comparaison graphique des mouvements journaliers du baromètre sédentaire pendant une année, à Londres, à Paris et à Genève (*Bibliothèque Britannique*, 1811, tome XLVI. p. 33). — Lettre sur une expérience électrique qui paraît favoriser la théorie de Franklin (*Bibliothèque Britannique*, 1812, tome LI, p. 393). — Itinéraire des vallées autour du Mont-Blanc. Genève, 1808. — Plusieurs mémoires et manuels d'agriculture.

[2] L'usage est assez répandu à Genève de distinguer les différentes personnes d'une même famille, surtout si elle est nombreuse comme celle des Pictet, en ajoutant le nom de la femme à celui du mari; c'est ainsi que J.-P. Pictet était généralement connu sous le nom de Pictet-Baraban, et que son fils Jules fut appelé Pictet-de la Rive depuis son mariage.

tions, et dès lors il le suivit constamment dans ses occupations en lui prêtant une coopération active.

Jules commença ses études et le cours de ses succès dans le Collége public de Genève dont il suivit toutes les classes; enfant timide au début, il ne tarda pas à déployer de singulières aptitudes et à remporter des prix nombreux [1].

En 1823, il entra comme étudiant à l'Académie, où il compléta d'abord ses connaissances dans les langues anciennes par trois années d'humanités, après lesquelles il obtint le grade de bachelier ès lettres. Il suivit ensuite les cours de la faculté des sciences pendant trois années encore, et s'adonna à ces nouvelles études avec passion. Le choix de sa vocation se fit à cette époque sous l'influence décisive de de Candolle, qui était alors chargé de l'enseignement de la zoologie aussi bien que de la botanique, et qui avait au plus haut degré l'art de charmer et de captiver les jeunes gens. L'illustre professeur dirigea avec une prédilection constante ce jeune élève qui lui était déjà cher comme fils d'un ami intime, et qui donnait pour l'avenir de si brillantes promesses.

Mais ce n'est pas seulement aux sciences naturelles que Pictet se livrait : il écoutait avec avidité les leçons de M. A. de la Rive qui occupait depuis peu la chaire de physique ; il fit de fortes études mathématiques, qu'il poussa assez loin pour pouvoir suivre le cours supérieur de mécanique céleste du prof. J.-F.-T. Maurice, et pour lire la mécanique analytique de Lagrange. Son goût

[1] A côté du Collége il fréquentait comme élève externe le pensionnat du professeur Jean Humbert qui à son mérite d'orientaliste joignait une grande connaissance des jeunes gens, et qui déjà à cette époque faisait fond sur l'avenir de Jules Pictet.

pour les sciences exactes était même si vif qu'il fut quelquefois tenté de s'y livrer exclusivement.

A cette époque de sa vie se rattache une circonstance qui mérite d'être mentionnée. Sur l'indication de de Candolle, il fut choisi comme répétiteur du Prince de Hohenzollern [1], qui, pendant un séjour de deux années à Genève, suivit les cours de l'Académie. Ce furent ses débuts dans l'enseignement, et le soin consciencieux qu'il apportait à accomplir sa tâche contribua à son propre développement.

En 1829 il fut reçu bachelier ès sciences, puis il fit une année de droit.

Ces études si variées, dont aucune ne fut traitée superficiellement, décelaient déjà des moyens exceptionnels, et préparèrent une carrière couronnée de succès dans les directions les plus diverses. — « Propre à tout, propre à rien, » dit-on quelquefois, et cela est souvent vrai ; mais les hommes supérieurs, joignant l'intelligence à la mémoire, au jugement et à l'activité, échappent au piége où vient tomber la facilité de travail des demi-capacités. Pictet, qui s'intéressait à beaucoup de choses, a toujours bien fait tout ce qu'il a fait.

A côté des cours réguliers de l'Académie, il contribuait déjà activement aux arrangements et aux déterminations du Musée d'Histoire naturelle; il faisait de l'anatomie, il observait, collectionnait, soit pendant ses séjours à la campagne, à Troinex près de Genève, où ses parents passaient l'été, soit dans de nombreuses

[1] Prince Charles-Antoine de Hohenzollern-Sigmaringen, dont le nom a eu tant de retentissement en 1870 lors de sa renonciation au trône d'Espagne pour son fils.

courses alpestres pour lesquelles il avait un grand goût.

Il utilisa ces petits voyages à un autre point de vue : son père avait écrit en 1808 un itinéraire estimé des vallées voisines du Mont-Blanc; il l'aida à le remanier pour une nouvelle édition qui parut en 1829 sous le nom des deux collaborateurs; en particulier la carte qui accompagne cet ouvrage a été dessinée par Jules Pictet.

Au commencement de mai 1830, il partit pour Paris dans le but de perfectionner ses études. Muni de chaudes recommandations de de Candolle, il entra bientôt en relations avec Cuvier, Et. Geoffroy-Saint-Hilaire, Duméril, Blainville, Flourens, Latreille et particulièrement avec Victor Audouin qui devint l'un de ses plus chers amis.

Pictet suivit les cours du Jardin des Plantes avec son zèle accoutumé, complétant les leçons par ses lectures, les repassant surtout dans les collections et les laboratoires. Son assiduité et son aimable caractère lui concilièrent la bienveillance de tous les employés du Museum et lui permirent de profiter abondamment des ressources mises à sa portée.

Nous avons eu sous les yeux les lettres qu'il écrivait alors à ses parents; cette correspondance intime, pleine de déférence et d'affection, raconte à peu près jour par jour ses occupations. On y retrouve cette ardeur bien équilibrée et ces habitudes de travail régulier qu'il a toujours conservées. La science est sa préoccupation principale, mais il s'intéresse à tout; il cherche à multiplier ses rapports avec ses professeurs, il fréquente les samedis de Cuvier; il décrit les scènes émouvantes de la révolution de Juillet, il visite les monuments et les galeries, le théâtre est son délassement favori, il est enthousiaste de mademoiselle Mars. — On est étonné de tout ce qu'il a vu,

fait et appris, dans ce séjour de six mois à peine, qui a clos la période de ses études proprement dites.

De retour à Genève, il entreprit des recherches originales dont il avait déjà mûri le projet à Paris. L'entomologie était la branche qui lui avait paru offrir le plus de filons nouveaux à exploiter, et dans la classe des Insectes, il s'était proposé surtout l'étude des Névroptères sous le rapport de la classification, de l'anatomie et des mœurs. Il rédigea bientôt deux mémoires, l'un sur les larves de Némoures, l'autre sur les métamorphoses des Perles; il les présenta à la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève, qui le reçut au nombre de ses membres en 1832.

En même temps il rassemblait des matériaux pour un travail de plus longue haleine, son étude des Phryganes qui devait fonder sa réputation comme entomologiste. Son père l'aidait dans ses recherches bibliographiques, dans les chasses et dans les observations de mœurs que facilitaient la richesse entomologique des ruisseaux du Salève, voisin de leur demeure de Troinex.

Ces travaux, sur lesquels nous reviendrons plus tard, n'empêchaient pas d'autres occupations : le Musée, spécialement, en avait toujours sa large part.

Dans l'automne de 1832, Pictet, qui se proposait de concourir au prix Davy[1] en soumettant au jury son

[1] L'illustre chimiste sir Humphry Davy, en revenant d'Italie, s'arrêta à Genève, où il succomba le 29 mai 1829 à la maladie dont il souffrait depuis longtemps. Sa veuve, en reconnaissance des preuves de sympathie qui lui avaient été données, fit don d'une somme de cent livres sterling, dont les intérêts devaient être employés à fonder un prix bisannuel pour le meilleur travail sur les sciences physiques et naturelles présenté par des élèves sortis de l'Académie de Genève depuis six ans au plus.

mémoire sur les Phryganides, partit pour Paris dans le but de perfectionner ce travail en étendant ses recherches bibliographiques, en comparant ses espèces avec toutes celles qu'il pourrait rencontrer dans les galeries d'histoire naturelle et en consultant quelques entomologistes. Précédé de la réputation naissante que lui avait value son mémoire sur les Némoures, il fut mieux accueilli encore que lors de son premier séjour : Latreille, déjà atteint du mal qui devait l'emporter, Duméril, Flourens, Lefebvre, Audinet-Serville, Straus et surtout Audouin le reçurent à merveille, et grâce aux facilités qu'il trouva pour ses recherches dans les collections et les bibliothèques publiques ou particulières, il put mettre la dernière main à son mémoire qu'il expédia à Genève juste à temps pour le concours. Le prix ne tarda pas à lui être décerné.

Il resta à Paris quelque temps encore pour compléter ses connaissances dans diverses branches telles que l'anatomie humaine et l'ostéologie, pour examiner dans les collections tout ce qui se rapporte aux Névroptères, et pour faire graver les planches de son mémoire sur les Perles qui, comme celui sur les Némoures, fut inséré dans les *Annales des sciences naturelles.* Disons ici que, pendant ce séjour, les publications dont nous venons de parler firent admettre leur auteur comme membre de la Société entomologique de France.

Il revint à Genève au commencement d'avril 1833 et reprit ses travaux divers, particulièrement ses recherches sur les Phryganides qu'il enrichit de nouvelles observations avant de les livrer à la publicité.

Arrivé à l'âge d'homme fait, entouré déjà de l'estime générale, Pictet pouvait songer au mariage. Il ne tarda pas à s'allier à une famille dont le nom est trop connu

dans le monde scientifique pour que nous ayons à nous y arrêter; le 12 juin 1834 il épousait Mlle de la Rive, qui, petite-fille de Mme Necker-de Saussure, avait contracté à cette école le goût des choses intellectuelles. Le récit du bonheur qu'il trouva dans cette union et de ses joies de famille, ne peut rentrer dans le cadre de cette notice, destinée surtout à retracer le côté scientifique de sa vie; mais à ce point de vue même nous laisserions subsister une véritable lacune si nous n'indiquions pas ici la part que Madame Pictet a prise directement et indirectement aux travaux de son époux. S'intéressant à ses recherches, remplissant souvent pour lui les fonctions de traducteur et de secrétaire, tenant le catalogue de sa bibliothèque qui devenait chaque jour plus riche et plus étendue, le déchargeant des soins matériels de la vie, écartant, autant que faire se peut, ces mille soucis qui vont si mal dans le cabinet du savant, accueillant avec la plus aimable hospitalité les amis et les nombreux étrangers qui visitaient son mari, elle a su s'associer de cœur et d'intelligence à une carrière glorieuse qui a fait sa plus grande joie.

II

Nous sommes forcés d'abandonner ici l'ordre chronologique, qui nous permettrait difficilement de donner une idée claire de la série de travaux bien distincts, quoique menés parallèlement, qui ont rempli la vie de Pictet; il sera préférable de les passer successivement en revue, et nous commencerons par rappeler les services qu'il a rendus à l'instruction publique.

C'est vers 1830 que nous le voyons pour la première fois prendre part à l'enseignement académique, en faisant

aux étudiants des répétitions pratiques de la partie anatomique des cours ordinaires de zoologie, répétitions qu'il continua pendant quelques années.

En 1835 A.-P. de Candolle, désireux de consacrer le reste de ses forces aux grands travaux qui ont immortalisé son nom, renonça à la double chaire de botanique et de zoologie qu'il occupait depuis plus de trente années. Son fils, M. Alph. de Candolle était son successeur désigné pour la botanique, mais les cours de zoologie furent confiés à Jules Pictet. Cette dernière nomination était amplement justifiée par une réputation déjà acquise comme naturaliste et un talent d'enseignement constaté dans les répétitions pratiques des cours de de Candolle. Toutefois les corps responsables de cette élection n'échappèrent point au reproche de ne pas avoir ouvert un concours public pour ces fonctions. Certes, si d'un seul exemple on pouvait conclure à une règle générale, il faudrait condamner définitivement le principe des nominations au concours, car jamais choix ne fut plus heureux et plus satisfaisant.

Pictet ne tarda pas en effet à prendre une place élevée parmi les professeurs de l'Académie. Sa parole était claire, simple, chaleureuse, rapide, quelquefois même un peu précipitée dans son charme entraînant; il savait reprendre la même idée sous plusieurs formes différentes pour la rendre plus saisissable, et par-dessus tout, il possédait l'art, ou plutôt le don de se faire écouter. Quelque point qu'il traitât, il semblait que ce fut son sujet favori, et je crois que cela était réellement vrai au moment même : s'animant de sa parole, il s'intéressait lui-même involontairement, autant qu'il captivait ses auditeurs.

Malgré sa facilité d'improvisation, il travaillait beaucoup ses cours. Abandonnant la phrase à l'inspiration du moment, il préparait avec soin l'ordre et la forme sous lesquels les idées devaient être présentées; le plan de ses leçons était toujours méthodique.

Il possédait à un degré remarquable le talent de faire à la craie sur le tableau noir, avec une rapidité extrême, des dessins nets, fermes, élégants, qui facilitaient aux auditeurs l'intelligence du sujet et le gravaient dans leur mémoire.

Son enseignement ordinaire a compris pendant longtemps l'anatomie comparée, la physiologie et la zoologie, traitées d'une manière générale en un cours de deux années, qu'il maintenait soigneusement au niveau de la science. En outre, il faisait chaque semestre à peu près, un cours spécial sur quelque point particulier, tel que l'embryogénie, la tératologie ou l'étude plus détaillée d'une classe d'animaux.

Un fait digne d'être noté et qui montre bien sa facilité et la solidité de ses études, c'est que dans l'hiver de 1835 à 1836, lorsqu'il venait d'être nommé professeur de zoologie, il se chargea aussi temporairement de l'enseignement de la statique en remplacement du professeur de mécanique G. Maurice, atteint déjà de la maladie à laquelle il devait succomber quelques années plus tard.

Lors de la reconstitution de l'Académie qui avait suivi la révolution de 1846, Pictet continua à occuper sa chaire; mais l'enseignement général de la zoologie subit quelques modifications: M. Mayor fut chargé de l'anatomie et de la physiologie humaine, et M. C. Vogt de quelques parties de la zoologie.

Plus tard enfin, vers 1859, il confia une partie de sa

tâche à Ed. Claparède, nommé bientôt après professeur honoraire. Il ne fit plus dès lors ses leçons que pendant l'hiver, conservant l'enseignement de quelques branches de la zoologie générale, et de la partie de l'anatomie comparée qui est relative aux organes du mouvement, sujet de prédilection pour lui, à cause sans doute des données importantes qu'il fournit pour la paléontologie. Il se chargea aussi, pendant quelques années du cours d'Introduction aux sciences naturelles pour les élèves du Gymnase.

L'enseignement régulier de l'Académie ne fut pas le seul champ dans lequel il répandit l'instruction. A plusieurs reprises il fit des cours destinés aux gens du monde et particulièrement aux dames. En un petit nombre de séances, il réussissait à donner une idée assez complète de la zoologie ou de la paléontologie, dont il résumait les traits généraux avec sa clarté, sa méthode et sa verve accoutumées, soutenant à chaque pas l'intérêt et l'attention par des exemples heureusement choisis. Ces conférences étaient très-appréciées et ont laissé de vifs souvenirs dans la société genevoise.

On en peut dire autant d'une remarquable leçon qu'il fit à l'Athénée et dans laquelle il traita de la domestication des animaux.

Nous rappellerons enfin la part qu'il prit aux cours du soir, organisés par le Département de l'Instruction publique. La vaste salle de l'Hôtel de ville, où avaient lieu ces séances populaires, n'était jamais plus remplie d'un auditoire attentif, que lorsqu'il en occupait la chaire.

Toutefois, c'est peut-être moins dans les cours proprement dits, quel que fût leur mérite, que dans un enseignement plus familier, que Pictet a exercé son in-

fluence sur la jeunesse studieuse. Aussi longtemps que l'encombrement croissant du Musée d'Histoire naturelle ne l'empêcha pas de le faire, il rassemblait les étudiants dans le laboratoire de zoologie, leur donnant des répétitions pratiques de ses leçons, les encourageant à disséquer eux-mêmes et à faire des préparations anatomiques pour les collections. Combien de ses élèves, qui depuis ont suivi les vocations les plus diverses, comptent parmi les meilleurs souvenirs de leurs études ces heures passées dans l'intimité du maître autour de la table de dissection, ou ces excursions qu'il dirigeait avec M. Alph. Favre, tantôt sur le Salève dont la faune est si riche, tantôt vers les gisements de fossiles de la Perte-du-Rhône ou du Mont Brezon. Quelle vie, quel entrain, quelle gaieté présidaient à ces courses scientifiques !

Ces efforts sympathiques, cet art de souffler le feu sacré, ont porté leur fruit : autour de l'éminent professeur a surgi un groupe nombreux de jeunes naturalistes, dont plusieurs ont pris une place distinguée dans les sciences, et parmi lesquels nous ne citerons que le nom regretté d'Edouard Claparède. Tous trouvaient auprès de lui des conseils, des encouragements et le plus libéral accès dans sa riche bibliothèque, qui, modestement commencée lorsqu'il n'avait à consacrer que des revenus modiques à ses achats de livres, avait pris une extension de plus en plus considérable à mesure que sa position de fortune était devenue plus brillante. Cette bibliothèque, classée dans un ordre parfait, était artistiquement disposée autour du remarquable cabinet de travail formant la pièce principale, ou tout au moins la plus originale, de la belle habitation qu'il s'était fait construire il y a une dizaine d'années. C'est là que, vers la fin

de sa vie, amis ou élèves rencontraient toujours un accueil simple et cordial, c'est là qu'ont passé tant de savants étrangers, tant de notabilités de tout genre, qui n'auront oublié ni la décoration matérielle de cette salle si bien en rapport avec sa destination, ni l'aspect des rayons chargés de livres entremêlés avec les étagères remplies des collections de fossiles, ni surtout l'atmosphère d'activité, de savoir et de bienveillance que l'on respirait dans ce centre d'étude.

C'est peut-être ici le lieu de dire quelques mots aussi de sa résidence d'été, à laquelle se rapportent de nombreux souvenirs scientifiques. Le domaine de Genthod appartenait jadis à Horace-Bénédict de la Rive, qui y fit bâtir la maison d'habitation actuelle vers 1730. Après lui sa fille et son gendre, le célèbre naturaliste Charles Bonnet, eurent l'usufruit de cette propriété où ils demeurèrent pendant de longues années et où venait souvent l'illustre H.-B. de Saussure, petit-fils de H.-B. de la Rive et par conséquent neveu de Mme Bonnet. La possession en passa ensuite à M. de la Rive-Tronchin, puis à son fils, M. de la Rive-Necker, gendre de Mme Necker-de Saussure, et enfin à Mme Pictet. On voit qu'à Genthod se rattache une série de noms marquants; il est assez curieux que cette maison de campagne ait été occupée par deux naturalistes, Charles Bonnet et Jules Pictet, qui tous deux s'étaient alliés à la famille de la Rive, et qui tous deux ont acquis une si haute renommée.

Lorsqu'il devint la propriété de Mme Pictet, Genthod fut embelli et restauré avec beaucoup de goût et tout le luxe de l'horticulture moderne. Admirablement située, jouissant de la magnifique vue du lac et du Mont-Blanc, cette habitation prit rang parmi les plus belles villas qui

ornent les environs de Genève. Le domaine s'arrondit d'une campagne voisine où s'établirent bientôt M. et Mme Théodore de Saussure, le gendre et la fille de Pictet, qui vit ainsi s'agrandir le cercle de famille qu'il aimait tant à réunir autour de lui. Pendant longtemps cette transformation de Genthod, les plantations particulièrement, occupèrent ses loisirs, et comme il ne savait rien faire à demi, il devint un connaisseur passionné de géraniums, d'arbres fruitiers et de conifères, lui qui jadis tenait les plaisirs de la campagne en médiocre estime.

Ce beau domaine fut le théâtre d'une fête, qui, à l'occasion du jubilé triséculaire de l'Académie de Genève, le 5 juin 1859, rassembla professeurs, étudiants et délégués des universités étrangères.

Pictet remplit les fonctions de recteur de l'Académie de 1847 à 1850, époque de transition difficile, où les passions politiques étaient vivement surexcitées à Genève. A la suite de la révolution radicale de 1846 plusieurs de ses collègues, plus marqués que lui dans leur opposition au nouveau régime, avaient été destitués ou avaient donné leur démission dans la crainte de susciter des haines contre l'Académie ou d'en compromettre l'avenir. Pictet, qui ne pensait pas que de l'excès du mal il ressorte souvent le bien, et qu'un passé politique moins tranché n'exposait pas autant que d'autres à l'hostilité du parti dominant, crut devoir non-seulement conserver sa place, mais encore accepter courageusement la lourde responsabilité de présider le corps académique. Son autorité, sa modération, son esprit pratique eurent d'heureux effets, soit sur l'organisation nouvelle de l'instruction supérieure, soit sur la position qui fut faite à quelques-uns de ses collègues.

Il fut de nouveau nommé recteur de 1866 à 1868, moment plus calme où son rôle, moins important et moins délicat, se borna à une administration intelligente de l'Académie.

Pour compléter ce qui a trait aux fonctions qu'il remplit dans l'instruction publique, nous ajouterons que de 1863 à 1869 il fit partie du Conseil de l'École polytechnique fédérale de Zurich. Là, comme partout, ses services ont été vivement appréciés; cette tâche lui plaisait d'ailleurs, mais il dut y renoncer et décliner sa réélection: déjà membre du Conseil National, les absences trop fréquentes auxquelles l'obligeait cette double position, ne pouvaient se concilier avec ses autres travaux.

III

Le Musée d'Histoire naturelle, propriété de la Municipalité de Genève, a absorbé une grande partie de l'activité de Pictet. Nous avons dit plus haut que lorsqu'il était encore étudiant, il s'en occupait déjà avec un zèle qui, jusqu'au dernier jour, ne s'est pas démenti un seul instant.

Il serait impossible, sans entrer dans de minutieux détails, de raconter tout ce qu'il a fait pour cet établissement qui, dans son développement actuel, peut être considéré comme étant véritablement son œuvre. Durant plus de quarante ans, il n'a négligé aucune occasion de l'enrichir, tantôt par des échanges que facilitaient ses nombreuses amitiés à l'étranger et ses fréquents voyages, tantôt par ses propres dons qui ont atteint les proportions les plus libérales, tantôt en lui affectant le produit d'un cours public ou de la vente d'un ouvrage. La collection de paléontologie a été entièrement créée par

lui : pendant longtemps elle se grossissait de tout ce qu'il achetait ou recevait. Si plus tard il s'est fait une collection privée, c'est qu'il avait besoin, pour ses recherches, d'avoir constamment sous la main les fossiles de l'époque crétacée, et que la place manquait dans les galeries publiques, dont l'encombrement aurait rendu impossible l'usage et l'étude de ces nouvelles richesses, qui, nous le verrons du reste, devaient revenir plus tard au Musée.

La paléontologie n'était exceptionnellement favorisée que parce qu'elle était l'objet de ses propres travaux, mais aucune branche n'était laissée de côté ; jamais ses préférences ne lui ont fait porter un soin exclusif à telle ou telle collection au détriment des autres, il a toujours dirigé les achats avec une équité parfaite, les Oiseaux et les Reptiles n'ont point souffert de sa prédilection pour les Mollusques ou les Poissons. Il a même acheté de ses deniers, pour faciliter les déterminations, un grand nombre de livres coûteux, qui ne lui étaient personnellement d'aucun secours et d'aucune utilité.

Le soin extrême qu'il apportait aux déterminations des espèces, l'avait fait parvenir dans la connaissance de toutes les familles, à un degré qu'ont rarement atteint d'autres zoologistes. Il a ainsi recueilli le fruit de ces heures laborieusement employées, et dans ses travaux de paléontologie, il a pu discuter en spécialiste les caractères de tous les genres du Règne animal.

Dans son administration du Musée, nous retrouvons cette même faculté d'entraînement qu'il exerçait sur les autres. Ne peut-on pas revendiquer pour lui l'honneur d'avoir attiré bien des dons et des adjonctions importantes? Si les collections de Jurine pour les Insectes,

de F.-A. Soret pour les Oiseaux, de F. Melly pour les Coléoptères, de Benj. Delessert pour les Coquilles, se sont successivement déversées dans nos galeries d'histoire naturelle, si M. A. Humbert, pour les enrichir, a entrepris son voyage de Ceylan, si M. H. de Saussure y a généreusement placé les trésors zoologiques qu'il a rapportés du Mexique, ne le doit-on pas en partie à Pictet, n'est-ce pas parce que sa direction intelligente avait fait prendre un rang supérieur au Musée de Genève et que, on le savait, rien n'y serait perdu pour la science ?

D'un autre côté, il avait intéressé à cet établissement et provoqué l'aide active de nombreux collaborateurs, ses élèves pour la plupart, qui sauront, nous n'en doutons pas, continuer l'œuvre qui lui tenait si fort à cœur.

Nous avons mentionné quelques lignes plus haut la magnifique collection conchyliologique que Mme François Delessert et ses filles ont données à la ville de Genève. L'arrangement et la détermination de ces coquilles ont été l'une des occupations qui ont le plus captivé Pictet pendant la fin de sa vie. A peine étaient-elles arrivées de Paris, où MM. de Loriol et Lunel avaient été en surveiller l'expédition, qu'il entreprit avec M. le Dr Brot cet énorme travail. Se rendant presque journellement dans les salles où la collection avait été provisoirement déposée, il en hâtait le classement afin qu'elle fût complétement mise en ordre au moment où le nouveau bâtiment du Musée serait prêt à la recevoir. Peu de jours avant sa mort, déjà forcé de garder la chambre, il se faisait apporter les plus belles de ces coquilles pour choisir celles qui devaient être mises en évidence dans les vitrines et le mieux flatter les regards.

Nous voici naturellement amenés à parler des Bâti-

ments académiques que l'État et la ville de Genève ont récemment construits, et qui sont aujourd'hui terminés ou tout au moins assez avancés pour servir à leur destination. Pictet a eu une large part dans cette entreprise, considérable pour un petit pays comme le nôtre ; membre des commissions qui se sont occupées de cet objet, il y a déployé une activité et une entente parfaites. C'est, on pouvait s'y attendre, à la construction de celui des trois bâtiments qui est destiné au Musée, celui des trois qui échappe le mieux à la critique, qu'il a apporté le plus spécialement son concours. Il a travaillé avec les architectes les plans d'ensemble et de détail, la distribution et l'ameublement, et contribué à la réussite de cet édifice remarquable, à la fois si pratiquement approprié à son but et, au point de vue esthétique, si digne d'un tribut d'admiration. Il avait tout prévu pour son organisation, et même il avait déjà rédigé un rapport détaillé sur les modifications administratives et financières exigées par le nouvel ordre de choses.

Hélas ! il ne devait pas voir l'achèvement complet de cette œuvre qui était si bien la sienne ! Entre l'obligation d'assister à Berne aux réunions de l'Assemblée fédérale et les atteintes de la maladie, c'est à peine s'il a pu présider au début de l'emménagement des collections, qui à cette heure est encore loin d'être terminé.

Le Musée a été parmi les institutions auxiliaires de l'instruction publique celle dont Pictet s'est le plus occupé, mais il ne s'y est point exclusivement limité.

La *Société de Physique et d'Histoire naturelle* de Genève qui avait naguère des attaches officielles, et à l'initiative de laquelle on doit la première création de nos collections

de zoologie, de botanique et d'instruments de physique, l'avait reçu dans son sein en 1832. Dès lors il en a suivi régulièrement les séances, il lui a successivement présenté la plupart de ses travaux dont un grand nombre ont été publiés dans les Mémoires de la Société, et souvent, dans des communications plus familières, pleines de lucidité et d'animation, il mettait ses collègues au courant des progrès de la science à laquelle il s'adonnait. —Il a été le Président de cette Société de juillet 1859 à juin 1860, et à ce titre il a rédigé l'un de ses rapports annuels [1].

Il comptait aussi parmi les membres de la *Société pour l'avancement des Arts*, dans le Comité des Beaux-Arts, nomination que lui avait valu le talent de dessin dont il avait fait preuve dans les planches accompagnant ses mémoires, joint à une intelligence et un goût du beau porté à haut degré. Il fut trois fois nommé Président de la Classe des Beaux-Arts, et trois fois appelé à en résumer les travaux dans des rapports fort bien écrits où se révèlent ses facultés esthétiques. Il aimait les artistes et s'en faisait aimer ; bon appréciateur de leurs œuvres, il s'était formé une jolie collection de tableaux principalement composée de toiles dues à des peintres genevois [2]. — La Société des Arts qui jadis tenait aussi une place semi-officielle dans les institutions de notre cité, a passé par des temps difficiles après la révolution de 1846. Usant avec énergie de son influence politique, il a con-

[1] Ce n'est que depuis 1858 que les nouveaux règlements de la Société, à la rédaction desquels Pictet avait participé, ont institué une présidence annuelle.

[2] Lors d'une réunion récente, M. le professeur Ed. Humbert a rappelé, dans une notice gracieuse et pleine de chaleur, les services que Pictet a rendus à la Classe des Beaux-Arts.

tribué à la défendre contre les attaques auxquelles elle était en but.

Pictet a toujours aimé les Sociétés intercantonales suisses ; il attachait un grand prix aux relations d'amitié ou de science qui nous relient à nos confédérés [1]. C'est surtout dans la *Société helvétique des Sciences naturelles* qu'il a joué un rôle actif et qu'il laisse des souvenirs qui ne seront pas facilement effacés. Il était l'un des habitués de ses sessions annuelles, tantôt prenant part dans les séances officielles aux travaux et aux discussions qui la remplissent, tantôt animant de sa présence, de sa parole et de sa chaleur de cœur ces réunions intimes, ces banquets où les divers savants de la Suisse et leurs hôtes étrangers apprennent à se connaître et échangent familièrement leurs idées. Extrêmement sociable, quoique peu mondain, il trouvait un grand charme à ces relations si simples, si amicales et si faciles. Dans les sessions de cette Société qui ont eu lieu à Genève, il s'efforçait avec un véritable plaisir, de faire bonne réception à ceux qui venaient y assister.

Outre la section de Genève, dont il faisait naturellement partie, il avait reçu le diplôme de membre honoraire des sections cantonales de Neuchâtel, Zurich et Vaud.

IV

Je vais maintenant essayer de donner un aperçu des recherches spéciales et des ouvrages qui forment le titre de gloire inébranlable de celui dont nous esquissons la vie. L'heureuse influence d'un professeur éminent ou l'administration habile d'institutions scientifiques, sèment

[1] Déjà comme étudiant il faisait partie de la Société de Zofingue, bien connue de tous ceux qui ont fréquenté les Universités et les Académies suisses.

des germes qui tôt ou tard portent leurs fruits; mais il devient de plus en plus difficile, à mesure que le temps s'écoule, de suivre la trace de leur développement et d'en faire remonter le mérite à qui de droit. Au contraire, les publications, si elles ont une valeur réelle, forment des monuments plus durables qui assurent la renommée de leurs auteurs.

Pictet a beaucoup écrit. Je croyais être à peu près au courant de ses ouvrages, mais en les reprenant pour la rédaction de cette notice, j'ai été confondu, je le reconnais, de leur étendue et de la somme de travail qu'il a dû y dépenser.

On peut classer ses publications en diverses catégories, que nous passerons en revue en commençant par celle qui comprend ses recherches entomologiques, les premières auxquelles il s'est livré [1].

A l'époque où se terminèrent ses études, l'entomologie n'avait guère été traitée que d'une manière générale, elle ne s'était pas encore spécialisée. En entreprenant l'étude détaillée d'un ordre particulier, on pouvait être certain de récolter une abondante moisson de faits nouveaux. La difficulté n'était donc pas, comme aujourd'hui, de trouver un champ inexploré, mais d'arriver à en bien diriger l'exploitation, d'avancer sûrement dans une voie jusqu'alors sans jalons.

Dans ses recherches sur les Névroptères, Pictet a su à la fois choisir un sujet plein d'intérêt et traiter d'une manière véritablement scientifique. Ses premiers mémoires sur les larves des Némoures et sur les métamor-

[1] Nous donnerons à la fin de cette notice une liste détaillée des ouvrages de Pictet; nous nous dispenserons donc souvent dans ce qui va suivre d'indiquer où ses mémoires ont paru.

phoses des Perles portent déjà ce cachet; mais c'est surtout dans son grand travail sur les *Phryganides* que l'on voit se développer son talent et sa sagacité; c'est aujourd'hui encore l'ouvrage classique sur cette famille, celui qui a fondé la science moderne des Névroptères.

Il comprend l'étude des Phryganes sous toutes ses faces, et l'on est frappé dès l'abord du nombre considérable d'observations de détail qu'il renferme. L'auteur s'applique à l'étude pleine d'intérêt des mœurs de ces animaux; il suit leur développement, il surveille la construction si curieuse des étuis dont les larves s'entourent pour se protéger en choisissant des matériaux divers suivant leur espèce; il donne, ce qui n'était pas fréquent alors, l'anatomie de l'insecte dans ses trois états; puis sur l'ensemble de ces faits, il pose les bases d'une classification rationnelle.

Imbu des idées de Blainville, dont les cours l'avaient le plus charmé à Paris et qui jouissait à cette époque d'une grande autorité, il cherche à trouver, dans les mœurs des Phryganes des caractères pour l'établissement des genres. Sa confiance dans la concordance de ces caractères avec ceux qui sont tirés des formes et de l'anatomie, quoique bien justifiée pour les Phryganides, était peut-être un peu exagérée au début. Plus tard en poursuivant ce système dans ses autres travaux sur les Névroptères, il vit surgir des difficultés, et quoique fasciné encore par la parole du maître dont la célébrité brillait de tout son éclat, il se trouva amené à combattre, avec une timidité un peu juvénile, ce que les principes de Blainville avaient de trop absolu; il savait combien l'établissement des genres est empirique, combien il est difficile de les baser sur des principes nettement définis.

Sur les 120 espèces de Phryganes dont il donne la description, les trois quarts ont nouvelles, et dans ses efforts, pour en observer les mœurs, il réussit à reconnaître les larves de presque toutes.

Les planches accusent un talent de dessin peu commun. On a cependant critiqué, pour un certain nombre de figures des insectes parfaits, la position choisie pour les représenter, qui ne permet pas de distinguer suffisamment les caractères des espèces.

L'exactitude des données anatomiques a été contestée sur quelques points par Burmeister[1], qui, du reste, faisait de l'ensemble de l'ouvrage un éloge d'autant plus désintéressé, que ce qu'il avait publié lui-même sur cette famille dans son traité d'entomologie paraissait avoir échappé aux recherches bibliographiques de l'auteur des Phryganes.

Tel a été le premier grand ouvrage de Pictet, celui qui a fondé sa réputation, celui qui lui a valu le prix Davy, sa nomination de professeur à l'Académie de Genève et le titre de correspondant de plusieurs sociétés savantes[2].

Le succès l'encourageant dans cette voie, il entreprit de faire pour les diverses familles de l'ordre des Névroptères, ce qu'il avait fait pour les Phryganides, c'est-à-dire de publier une série de monographies réunies dans un cadre commun : ce fut l'origine de l'ouvrage intitulé *Histoire naturelle générale et particulière des Insectes névroptères.* Ces travaux sont conçus d'après le même plan, l'idée principale est toujours l'établissement

[1] *Archiv für Naturgeschichte*, 1835, tome II, p. 65.

[2] Académie des Curieux de la nature de Bonn et Breslau, 1835 ; Académie des Curieux de la nature de Moscou, 1836 ; Société Entomologique de Londres, 1836, etc.

de bases solides pour la classification naturelle; seulement il ne s'est pas borné, comme pour les Phryganides, aux insectes indigènes, il a étendu ses recherches à toutes les espèces connues. On y retrouve les mêmes qualités développées et mûries par l'expérience; le temps considérable qui s'est écoulé avant leur publication atteste une investigation consciencieuse.

Le premier volume, qui parut par livraisons en 1841 et 1842, contient la monographie de la famille des Perlides, dont l'auteur fait ressortir les analogies intimes avec l'ordre des Orthoptères. Il décrit plus de cent espèces, dont presque les deux tiers étaient nouvelles, et les classe en six genres.

Le second volume, qui date de 1843 à 1845, est formé par la monographie des Éphémérines, qui, comme la précédente et aux mêmes titres, a recueilli les éloges des autorités les plus compétentes [1].

Il est à regretter que Pictet n'ait pas poursuivi cet ouvrage. Différentes raisons l'ont détourné de cette branche de l'Histoire naturelle : la mort d'Audouin et d'autres entomologistes avec lesquels il était en relations constantes, l'a un peu découragé; peut-être sa vue de presbyte se fatiguait-elle à ces observations délicates; enfin l'étude de la paléontologie, lui ouvrant des horizons plus vastes, l'envahissait et le captivait chaque jour davantage.

Les mémoires moins importants qu'il a publiés sur l'entomologie se rattachent pour la plupart aux recherches dont nous venons de parler; ce sont, par exemple : une note sur le genre *Sialis*, accompagnée de considérations

[1] Voyez les Revues d'Erichson, *Archiv für Naturgeschichte*, 1843, tome II, p. 231, et 1846, tome II, p. 262.

sur la classification des Névroptères qu'il divise en six familles; ses expériences sur la reproduction des pattes des insectes; la description de quelques espèces nouvelles de Némoures indigènes et de Phryganides du Musée de Genève, dont l'une l'entraîne à établir un genre nouveau, etc.

Nous ne savons trop si nous devons classer dans l'entomologie ou la paléontologie le travail qu'il a fait sur les Névroptères fossiles de l'ambre. Le mode de conservation, souvent si parfaite, des petits animaux qui se sont jadis laissé prendre à la glu découlant des végétaux d'une autre époque, la dissémination de ces débris qui ne sont point comme la plupart des autres fossiles déposés dans des couches stratifiées, font de leur étude quelchose de tout spécial, et en même temps de fort intéressant.

Berendt avait conçu le plan d'un ouvrage général comprenant la description de toute la faune et de toute la flore de l'ambre de la Baltique; les diverses branches du travail ont été partagées entre plusieurs savants, et la partie concernant les Névroptères ne pouvait être placée en de meilleures mains que celles de Pictet qui connaissait cet ordre d'insectes mieux que personne, et qui avait déjà une réputation comme paléontologiste. Il a inséré dans les Archives des Sciences physiques et naturelles, en 1846, un extrait de cette étude, accompagné d'une analyse des premières parties de l'ouvrage de Berendt, dont la publication venait de commencer sous les auspices de la reine de Prusse. Ce n'est que beaucoup plus tard, après la mort de Berendt, que le travail complet fut imprimé par les soins de M. Hagen qui en avait fait la traduction allemande et qui y a ajouté la description des espèces rassemblées postérieurement.

Dans la faune de l'ambre, qui suivant toute probabilité se rapporte à l'époque tertiaire, Pictet comme d'autres de ses collaborateurs a retrouvé la confirmation de la loi de spécialité des fossiles : aucun Névroptère suffisamment bien conservé ne lui a présenté des caractères identiques à ceux d'une espèce vivante. Quant aux genres, il en a trouvé un grand nombre qui subsistent encore actuellement; cependant il en a distingué trois nouveaux, et a même dû établir une famille nouvelle, celle des Pseudoperlides qui forme une sorte de transition avec l'ordre des Orthoptères.

En dehors de ses publications entomologiques que nous venons d'épuiser, et de celles de paléontologie que nous aborderons tout à l'heure, Pictet a fait quelques autres travaux originaux que nous ne pourrions analyser sans dépasser les limites que nous nous sommes imposées. Les uns sont consacrés à la description de plusieurs espèces nouvelles de Rongeurs indigènes ou faisant partie des collections du Musée ; la plupart de ses études ont été réunies en une série sous le titre de *Notices sur les animaux nouveaux ou peu connus du Musée de Genève.* — Les autres sont relatifs à diverses monstruosités qu'il avait eu l'occasion d'étudier et sont loin d'être sans importance : la tératologie ne lui était pas plus étrangère que les autres branches de la zoologie [1].

[1] Ces publications, dans lesquelles il suivait les méthodes de classifications d'Is. Geoffroy Saint-Hilaire, comprennent la description d'un veau atlodyme, anomalie fort rare et jusque-là imparfaitement connue, ainsi que l'étude de divers monstres qui l'ont amené à établir un groupe nouveau (héteroïdiens) parmi les monstres unitaires omphalosites, et deux genres nouveaux (Polypage dans les Nomomphaliens, et Pleuromèle dans les Polyméliens).

A ce propos on nous permettra de mentionner un fait personnel, parce qu'il montre bien à quel point Pictet poussait les égards vis-à-vis de ses moindres collaborateurs et combien peu il était porté à s'attribuer à lui seul un travail dès qu'un autre y avait touché. — Lorsque j'étais étudiant à l'Académie et que je fréquentais le laboratoire de zoologie, on y apporta un mouton monstrueux constituant un genre nouveau. Pour m'encourager, il me fit travailler un peu à l'étude de ce monstre : mon rôle se borna à quelques coups de scalpel et à quelques méchants dessins. — Huit ou dix ans plus tard, il introduisait la description de ce monstre dans une *Notice sur quelques anomalies de l'organisation;* en y arrivant il citait mon nom, et passant du *je* au *nous,* il m'élevait au rang d'un véritable collaborateur. J'avoue qu'en lisant cette notice imprimée, je fus étonné de mes connaissances en tératologie.

V

Pictet a été conduit par son enseignement à l'Académie de Genève aux recherches paléontologiques qui sont devenues le sujet favori de ses études. Dans l'année scolaire 1840-1841, il fit un premier cours spécial sur les fossiles; ce sujet fut bientôt introduit d'une manière plus régulière dans les programmes académiques.

Il n'existait pas alors de bon traité élémentaire de paléontologie pouvant faciliter le travail des étudiants et des jeunes naturalistes. Parmi les livres déjà nombreux que possédait cette branche importante de la science, aucun ne la faisait envisager dans son ensemble; les uns étaient trop élémentaires et trop incomplets, les autres trop spéciaux ou trop volumineux. Pictet entreprit de combler

cette lacune et son ouvrage [1] parut en quatre volumes de 1844 à 1846.

Cette publication inattendue de la part d'un naturaliste connu seulement par ses recherches entomologiques, ne laissa pas d'étonner le monde savant qui ignorait encore la généralité des connaissances de l'auteur, et le voyait tout à coup prendre sa place en maître en entrant dans cette nouvelle arène [2].

Le Traité de Paléontologie, écrit avec méthode et lucidité, comprend l'énumération de tous les genres et espèces d'animaux fossiles alors connus, ainsi que des considérations générales résumant l'état de la science à cette époque. Toutes les parties en sont pour ainsi dire également bien traitées, et des mammifères aux infusoires chaque chapitre atteste la possession complète des diverses branches de la zoologie, que Pictet avait puisée non-seulement dans ses lectures, mais surtout dans ses consciencieux travaux de classification et de détermination pour le Musée de Genève.

Aussi cet ouvrage ne tarda-t-il pas à devenir classique ; la première édition fut bientôt épuisée, et une seconde édition entièrement remaniée et mise à la hauteur des immenses progrès que la paléontologie avait faits en peu d'années, fut publiée de 1853 à 1857.

Les considérations générales qui forment la première partie de ce livre sont extrêmement attachantes. En les relisant aujourd'hui dans les deux éditions successive-

[1] Traité élémentaire de Paléontologie, ou Histoire naturelle des animaux fossiles dans leurs rapports zoologiques et géologiques.

[2] Le seul travail paléontologique qu'il ait fait avant son Traité élémentaire est une Note, datant de 1834, sur des ossements d'ours trouvés dans une caverne des Cévennes, que le pasteur Buchet avait envoyés au Musée de Genève.

ment, en s'aidant de quelques articles détachés publiés à diverses époques dans les Archives des Sciences physiques et naturelles, on suit avec intérêt les évolutions des idées théoriques de Pictet sur les grandes questions de l'origine des espèces et de la succession des faunes.

Dans la première édition du Traité de Paléontologie, il adopte comme la plus satisfaisante la théorie des *créations successives,* qui suppose que chaque époque géologique a été terminée par un anéantissement complet des espèces la caractérisant, et qu'une faune entièrement nouvelle a été créée à l'aurore de l'époque suivante; mais pour lui, comme pour tout bon esprit, les théories nécessaires pour rendre la science intéressante, pour grouper les faits, pour diriger les recherches, ne présentent guère de solidité, surtout dans une branche aussi nouvelle de nos connaissances. Il dit en parlant de cette théorie des créations successives [1] :

« Je ne connais aucun argument de quelque force qui puisse être invoqué directement contre elle, et je crois que, dans l'état de nos connaissances, c'est la seule admissible.

« Toutefois, je dois le déclarer ici, cette théorie n'est pas complétement satisfaisante ; elle ne me semble pas rendre suffisamment compte de tous les faits, et je ne puis pas m'empêcher de croire qu'elle n'est appelée à jouer qu'un rôle provisoire. Elle explique très-bien les différences qui existent entre les faunes successives; mais il y a aussi entre les faunes des ressemblances qui ne s'accordent peut-être pas bien avec elle.

« Si on compare deux créations successives d'une même époque, telles que les faunes des cinq divisions du

[1] Première édition, tome I, page 91.

terrain crétacé, on sera frappé des liaisons intimes qu'elles ont entre elles. La plupart des genres sont les mêmes; une grande partie des espèces sont très-voisines et faciles à confondre. En d'autres termes, deux faunes successives ont souvent le même facies ou la même physionomie; si on compare en particulier, dans l'exemple que je viens de prendre, les animaux fossiles du terrain turonien à ceux de l'étage albien, on reconnaîtra je crois facilement ces ressemblances. Est-il probable que la faune albienne ait été complétement anéantie, puis, par une nouvelle création indépendante, remplacée par une faune toute nouvelle et qui lui est si semblable? Je sais que l'on peut mettre ces faits sur le compte du plan général de la création; mais l'esprit est-il entièrement satisfait de cette explication? Ne semble-t-il pas qu'il y a là encore quelque chose qui nous échappe? Au reste, je le répète, ces objections un peu vagues ne sont en aucune manière comparables à celles, plus précises, qui militent contre les autres théories.

« Ces faits se lient d'ailleurs à la manière dont on peut envisager la création actuelle. Tous les animaux sont-ils sortis tels qu'ils sont des mains du Créateur, ou sont-ils provenus d'un certain nombre de types? Il me semble difficile d'admettre que ces espèces innombrables, sur les limites desquelles nous doutons si souvent, aient sans exception été créés avec tous leurs caractères de détail.

« A ces questions difficiles la science fournit encore très-peu de réponses satisfaisantes. La succession des êtres organisés, l'origine des espèces actuelles, leur distribution géographique, la formation des races humaines, ne sont en quelque sorte que des faces différentes d'un même

problème dont la solution sur un point éclairera nécessairement les autres.

« Je crois donc que la théorie des créations successives [1], qui est la plus acceptable de toutes, est vraie dans son ensemble, mais que d'autres causes s'y sont jointes peut-être pour déterminer l'état actuel de la création et des faunes antérieures. Peut-être les modifications des espèces, que j'ai démontré ci-dessus ne pas pouvoir expliquer les formations des types nouveaux, et les apparitions d'espèces très-différentes, ont-elles joué quelque rôle pour faire provenir d'un type commun un certain nombre d'espèces très-voisines. Peut-être, en d'autres termes, faut-il dans cette question, comme dans tant d'autres, ne pas chercher une explication trop exclusive et faire intervenir des causes diverses.

« Au reste, je ne crois pas la science prête à donner une solution définitive : on peut plus ou moins la prévoir, mais on ne peut pas encore la démontrer. C'est à l'étude stricte et intelligente de la nature qu'il appartient d'en réunir les matériaux. Il faut mieux connaître encore chacune des créations successives pour se faire une idée complète de leurs rapports et de leurs différences avec celles qui les ont précédées et suivies.

« C'est là le problème le plus important de la paléontologie, mais on n'en trouvera la solution que dans l'ob-

[1] « Je ferai observer ici que la théorie des créations successives est la seule qui se lie logiquement avec la loi que les espèces sont toutes différentes d'un terrain à l'autre, parce qu'elle rend cette loi nécessaire. C'est à mon sens un argument très-fort en sa faveur. Toutefois il ne faut pas trop se hâter de lier l'avenir de la paléontologie par des idées préconçues, et il faut chercher la vérité où elle est. Peut-être, d'ailleurs, une théorie intermédiaire pourrait-elle aussi s'accorder avec cette loi. »

servation des faits ; eux seuls sont stables et ils survivront peut-être seuls à toutes les théories que nous discutons aujourd'hui. »

Dans un article publié quelques années plus tard dans les *Archives*[1], Pictet expose avec plus de développement sa manière de voir qui ne s'est pas beaucoup modifiée. Il établit avec clarté la distinction qu'il faut faire entre la loi de *spécialité des fossiles* et la théorie des *créations successives :* la loi de spécialité découle de la pure observation des faits, et consiste en ce que chaque formation renferme généralement des fossiles différant de ceux des autres formations au moins autant que diffèrent entre eux les animaux aujourd'hui vivants que nous considérons comme des espèces diverses; la théorie des créations successives est une simple hypothèse; elle explique fort bien la loi de spécialité des fossiles ; à cette époque, elle paraissait mieux que toute autre rendre compte des faits, mais on peut soulever contre elle de graves objections déjà indiquées plus haut.

Dans la seconde édition du Traité de Paléontologie, le chapitre des considérations générales a subi de grandes modifications ; les lois paléontologiques sont devenues plus nombreuses, on voit apparaître des idées nouvelles, telles que ce principe si curieux, que l'ordre d'apparition des divers types d'animaux rappelle souvent les phases du développement embryonnaire. La loi de spécialité des fossiles a quelque peu perdu de sa rigueur : il devient incontestable que, dans quelques cas limités, certaines espèces plus robustes ou plus abondantes ont résisté aux

[1] « Encore quelques mots sur la succession des êtres organisés à la surface de la terre. » *Archives des Sciences physiques et natur.*, 1847, tome VI, p. 23.

causes de destruction qui frappaient les autres espèces contemporaines, et se retrouvent dans la période suivante associées à une faune postérieure. Quant à la théorie, celle des créations successives, ou mieux de l'*indépendance des faunes*, est maintenue parallèlement à la transformation successive des espèces qui prend une importance croissante : « Peut-être, dit l'auteur [1], faut-il chercher la vérité dans une théorie intermédiaire entre les deux que nous avons discutées, ou dans le mélange des deux. La théorie de l'indépendance des faunes doit très-probablement être appliquée à l'apparition de types distincts, car ils ne proviennent certainement pas, par voie de génération directe et normale des types fort différents qui les ont précédés. Mais en revanche, le remplacement des espèces par des espèces analogues, ne pourrait-il pas faire croire, dans de certaines limites, à des transitions et à des changements de forme ? »

Nous retrouvons les mêmes idées sous une forme plus précise encore dans un article [2], fort remarqué, consacré à la critique du célèbre ouvrage de M. Darwin sur l'origine de l'espèce. Tout en témoignant à chaque page son admiration pour ce beau travail, tout en reconnaissant que *la lutte pour l'existence* et *la sélection naturelle* peuvent avoir exercé sur les variations des espèces une influence plus grande qu'on ne le croyait précédemment, Pictet ne peut concevoir cette action comme suffisante pour expliquer les différences et les modifications complètes qu'on observe dans la série des animaux fossiles ou vivants. Nous ne pouvons analyser ses arguments, il faudrait reproduire presque tout l'article ; bornons-nous

[1] Traité de Paléontologie, 2me édition, tome I, p. 90.
[2] *Archives*, 1860, tome VII, p. 233.

à citer un seul passage où l'auteur expose sa manière de voir sur cette question.

« Je dois reconnaître que si M. Darwin n'a pas trouvé, pour justifier la possibilité de son hypothèse, des preuves directes suffisantes, il a pu s'appuyer sur des preuves indirectes dont la portée est réelle et incontestable. Si on passe sur l'absence d'une démonstration directe, on reconnaîtra que sa théorie cadre très-bien avec les grands faits de l'anatomie comparée et de la zoologie. Elle se prête en particulier admirablement à expliquer l'unité de composition organique, les organes représentatifs ou rudimentaires, les séries naturelles que forment les espèces et les genres. Elle correspond également avec plusieurs données paléontologiques, elle s'accorde bien avec les ressemblances spécifiques qui existent entre deux faunes consécutives, avec le parallélisme qu'on observe quelquefois entre la série du développement paléontologique et la série embryonnaire, etc.

« Nous nous trouvons ainsi dans une singulière position, en présence d'une théorie dont l'observation des faits qui se passent sous nos yeux semble démontrer l'impossibilité, et qui, d'un autre côté, paraît le meilleur moyen d'expliquer la manière dont les êtres organisés se sont développés dans les époques antérieures à la nôtre.

« Ceci nous amène tout naturellement à nous demander : que pourrait-on lui substituer ? Ici, je me sens plus faible et bien près du *je ne sais pas*, conclusion ordinaire de ces questions mystérieuses. Je dirai cependant en quelques mots quelle est l'hypothèse à laquelle jusqu'à présent j'ai rattaché ces faits.

« Je me suis toujours représenté la succession des êtres organisés comme sous l'influence de deux forces.

L'une, que je nommerai *génération normale*, est celle qui agit sous nos yeux ; qui crée la ressemblance des enfants et des parents, qui assure pendant de nombreuses générations successives la permanence de l'espèce, et qui, cependant, suppose et permet quelques variations que l'étude du monde actuel nous enseigne d'une manière surabondante. Je crois que la longue série des temps géologiques peut lui avoir donné un peu plus de portée, et lui a permis, par l'accumulation de résultats analogues, de faire naître d'une même espèce quelques espèces très-voisines. L'autre, que j'appellerai *force créatrice*, a agi à l'origine des choses pour produire immédiatement une faune variée et abondante, et son action se manifestant à des intervalles éloignés, a successivement donné le jour aux types distincts dont la paléontologie nous enseigne l'existence. Je sais bien que c'est là une force mystérieuse dont la nature et le mode d'action nous échappent ; mais je crois que tout nous enseigne qu'elle doit être jointe à l'autre.....

« Je ne vois pas bien pourquoi la force créatrice ne pourrait pas, dans son mode d'action, qui est tout à fait inconnu, avoir amené des résultats analogues à ceux qu'aurait créés la loi de variation dans les générations normales. Je dois à ce sujet faire remarquer que tous ceux qui ont soutenu son existence ont été victimes du mot malencontreux de *créations successives*, expression ordinaire de son application dans la série des temps. On a été par là trop entraîné à voir dans chaque apparition de types nouveaux l'intervention directe d'une Volonté suprême dégagée de tout lien avec l'ensemble de la création, autre qu'un *plan* général. Or, quand on cherchait à se rendre compte de ce plan, il était facile de s'expliquer

la concordance physiologique de l'harmonie des organes; mais il était plus difficile de comprendre pourquoi il y en a tant de rudimentaires, sans emploi physiologique, représentants en apparence inutiles d'organes nécessaires à d'autres types.

« Il est bien plus probable, comme je l'ai dit ailleurs [1], que la force créatrice est sous l'empire d'une loi générale établie dès l'origine par le Créateur, loi dont nous n'avons pas pu encore entrevoir la nature, et dont le mode d'action ne pourra probablement jamais être complétement compris. Qui nous dit que cette loi n'a pas une certaine analogie avec la génération normale, et que, dans cette analogie même, ne se trouverait pas l'explication de l'unité de composition organique ? »

Douze années se sont écoulées depuis la publication de cet article [2]. Dans cet intervalle, de nouvelles recherches paléontologiques, de nouvelles méditations sur cette question fondamentale, ont-elles amené Pictet à faire un pas de plus, à admettre que cette *force créatrice* ne s'est pas toujours exercée en formant de toutes pièces un être nouveau, et qu'elle a agi aussi en modifiant profondément, à certaines époques et dans certaines conditions, des animaux déjà existants? c'est ce que nous sommes disposés à croire. Mais il a persisté dans l'opinion que la seule sélection naturelle, c'est-à-dire une force aveugle, le hasard en un mot, ne suffit pas à expliquer les faits qui se révèlent à nous. Il a toujours soutenu cette thèse avec

[1] Traité de Paléontologie, 2me édition, tome I, p. 87.

[2] Pictet a analysé, il est vrai, dans un article plus récent l'ouvrage de M. Darwin sur la *Variation des animaux et des plantes sous l'action de la domestication* (*Archives*, 1869, tome XXXIV, p. 40); mais il ne revient guère sur les discussions théoriques.

chaleur et nous dirions avec bon sens et justesse, si cet acquiescement de la part de quelqu'un aussi incompétent que celui qui écrit ces lignes, pouvait avoir la moindre valeur.

Autant que nous en pouvons juger par quelques conversations, quelques passages épars et quelques notes, ébauche d'un travail dans lequel il se proposait de résumer ses dernières recherches paléontologiques, il admettait la possibilité de la filiation des faunes successives suivant des lois spéciales. Il concevait que chaque espèce porte en germe les modifications futures qu'elle pourra subir, comme l'embryon renferme virtuellement les caractères de l'animal adulte, comme la chenille contient le papillon. De là cette similitude dans les modifications des formes sur toute la surface de la terre : en Europe, en Amérique, comme dans les Indes orientales, les mêmes familles et les mêmes genres, semblent, en effet, avoir apparu et disparu simultanément, les divers types se sont succédé dans le même ordre. — La sélection naturelle et l'influence des circonstances locales constitue un facteur pouvant favoriser telle ou telle évolution, mais incapable de la produire par lui-même.

Le développement avec lequel nous avons exposé les idées de Pictet sur le grand problème de la succession des espèces ne doit point faire supposer que, se plaisant dans ces spéculations, il en fit l'objet de ses préoccupations habituelles. Au contraire, loin d'être le point de départ de ses recherches, les théories lui paraissent devoir être reléguées au second plan. Moins que personne, dans ses travaux, il ne se propose la poursuite d'arguments à l'appui d'une opinion scientifique préconçue, encore

moins d'une idée philosophique ou de ses convictions religieuses [1]. Le but immédiat du savant est à ses yeux l'observation impartiale, l'étude aussi détaillée que possible des faits, quitte à ce que plus tard la théorie se dégage d'elle-même des résultats positifs laborieusement accumulés.

Ses recherches paléontologiques originales présentent

[1] Pictet terminait de la manière suivante un article dans lequel il avait analysé l'ouvrage de Gaudry, intitulé : *Animaux fossiles et géologie de l'Attique* (*Archives des Sc. phys. et nat.*, 1866, t. XXVI, p. 5):

« Nous ne pouvons pas amener la discussion sur le champ des questions philosophiques et religieuses, et nous nous bornerons à exposer la théorie de notre savant ami, que nous ne saurions ni combattre ni appuyer par de nouveaux arguments.

« Nous sommes du reste tout à fait d'accord avec lui en principe, car il demande comme nous que la question de la transformation des espèces soit traitée en dehors de toute préoccupation étrangère à la science. Nous ne pouvons qu'approuver ses paroles quand il dit : « qu'un philosophe chrétien peut admettre une création originaire « sans croire à des créations successives. C'est à tort qu'on voudrait « opposer l'expression de créations successives à celle de transforma- « tion, comme s'il y avait un débat entre les idées religieuses et le « panthéisme. Il s'agit de savoir, non si Dieu a créé ou n'a pas créé, « mais si les manifestations successives contenues en puissance dans « sa création ont été des formations ou des transformations. »

« Malgré ce que nous avons dit plus haut, M. Gaudry n'est pas darwiniste dans le sens strict du mot. Il ne croit pas aux modifications graduelles par voie de générations normale. Il n'admet ni la lutte pour l'existence, ni la sélection naturelle. Il part d'autres bases, et son hypothèse est celle-ci : il croit que, dans l'origine, les êtres ont été créés avec la tendance à conserver leurs caractères spécifiques. Il admet l'intervention constante du Créateur, qui, par un acte de sa volonté, amène, pendant toute la série des âges, les modifications spécifiques qu'il juge en rapport avec l'harmonie générale. Nous aimerions mieux, pour nous, si les transformations doivent être une fois prouvées dans leur universalité, croire qu'elles dépendent de lois générales, établies dès la création et agissant peut-être avec une périodicité qui nous est inconnue; mais, ainsi que nous l'avons dit, nous ne pouvons ni ne voulons substituer une autre hypothèse à la sienne. »

tout à fait ce caractère : dès le début nous le voyons pénétré de l'importance des *monographies locales*, c'est-à-dire de la description exacte et complète des espèces fossiles contenues dans une couche ou une succession de couches, sur un point limité, dans une localité où les coupes géologiques soient précises et la stratigraphie bien établie. Des séries de travaux semblables devront fournir des points de repère et des termes de comparaison certains, permettant d'aborder la synthèse et d'arriver à la déduction de lois générales en l'appuyant sur une base solide et peu contestable. C'est aussi par les monographies locales que la paléontologie prêtera à la géologie le plus utile concours : de simples listes de fossiles recueillis çà et là, des observations superficielles ne peuvent mener à aucun résultat sérieux.

Fidèle à ces principes, Pictet a successivement publié, en partie dans les Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève, mais le plus souvent à ses frais, une magnifique série de travaux de paléontologie descriptive qui peuvent se classer sous deux chefs distincts. Les uns sont relatifs aux gisements fossilifères de la Suisse ou des localités avoisinantes, étudiés chacun d'une manière méthodique, suivie, complète : ce sont ses *Matériaux pour la Paléontologie suisse*. Les autres se composent de recherches diverses, nées de l'occasion, concernant des fossiles étrangers à la Suisse que les circonstances l'avaient amené à décrire : ce sont ses *Mélanges paléontologiques* [1].

Dans ces deux catégories de publications, il s'est sou-

[1] La plupart de ces ouvrages ont été l'objet d'un extrait succinct que l'auteur insérait dans les *Archives* (voir à la fin de cette Notice la liste des ouvrages de Pictet).

vent associé des collaborateurs; mais ces derniers ne nous démentiront pas quand nous dirons qu'il ne s'est pas borné à accorder une bienveillante hospitalité aux travaux d'autrui. Une ou deux monographies, auxquelles il n'a pas coopéré et en tête desquelles il n'a point mis son nom, ont, il est vrai, été admises dans les *Matériaux;* mais pour le reste, formant la partie de beaucoup la plus considérable, il a pris sa part, et sa très-large part du travail; la rédaction en particulier a constamment été l'œuvre de sa plume; et quant aux planches, il dessinait presque toujours lui-même les fossiles en se servant de la chambre claire, de manière à avoir des contours exacts; il remettait ces croquis aux dessinateurs dont il suivait soigneusement le travail.

Jetons un coup d'œil rapide sur ces vastes recherches en commençant par celles qui sont relatives à la Suisse. Le premier ouvrage se rattachant à cette série, bien qu'il ne soit pas compris dans les volumes intitulés: « Matériaux » est la *Description des Mollusques fossiles qui se trouvent dans les grès verts des environs de Genève,* insérée dans les Mémoires de la Société de Physique. La première partie, traitant des Mollusques céphalopodes, êst l'œuvre exclusive de Pictet, elle a paru en 1847; les trois autres parties ont été faites en collaboration avec M. W. Roux et portent les dates de 1849, 1852 et 1853.

C'est la réussite de cet ouvrage important dont le tirage à part est aujourd'hui entièrement épuisé qui lui a inspiré l'idée d'élargir cet ordre de publications en les groupant sous le même titre; et en profitant de ce que sa position de fortune lui permettait désormais de supporter le coût considérable de cette œuvre énorme, il commença à éditer les *Matériaux pour la Paléontologie suisse.*

La première série, qui a commencé à paraître en 1854, comprend quatre monographies intitulées: « Description du terrain aptien de la Perte-du-Rhône, » par F.-J. Pictet et S. Renevier; « Mémoire sur les animaux vertébrés trouvés dans le terrain sidérolitique du canton de Vaud, » par F.-J. Pictet, C. Gaudin et Ph. de la Harpe: « Monographie des Chéloniens de la Mollasse suisse, » par F.-J. Pictet et A. Humbert; « Description d'une Emyde nouvelle du terrain jurassien supérieur de Saint-Claude, » par F.-J. Pictet seul.

Les séries suivantes, dont la majeure partie est remplie par un important travail qui va nous occuper à l'instant, contiennent en outre: la « Description des fossiles du terrain néocomien des Voirons, » par F.-J. Pictet et P. de Loriol; la « Description des Reptiles et Poissons fossiles de l'étage virgulien du Jura neuchatelois, par F.-J. Pictet et Jaccard; la « Monographie paléontologique des couches de l'étage valangien des carrières d'Arzier, » par M. de Loriol seul, et un « Supplément au Mémoire sur les vertébrés du terrain sidérolithique du canton de Vaud, » par F.-J. Pictet et A. Humbert.

Arrivons au travail principal faisant partie des Matériaux, nous voulons parler de la « Description des fossiles du terrain crétacé des environs de Saint-Croix, » ouvrage colossal, qui malheureusement n'a pu être complétement achevé, et dont nous ne pouvons mieux faire connaître le but qu'en reproduisant quelques passages pris dans l'introduction :

« Les terrains des environs de Sainte-Croix sont peut-être de tous les gisements de la Suisse ceux qui peuvent fournir les renseignements les plus précieux sur les fossiles de l'époque crétacée. On trouverait difficilement une

série plus complète de formations mieux déterminées et plus riches en débris organiques. Une coupe dans laquelle on trouve dix étages crétacés, tous fossilifères et superposés dans un ordre incontestable, est un fait rare, qui nous a paru motiver au plus haut degré une étude approfondie et détaillée.

« En commençant, sous le nom de Matériaux pour la Paléontologie suisse, une série de monographies sur les fossiles du Jura et des Alpes, mon but principal, ainsi que je l'ai indiqué alors, était de réunir un certain nombre de faits incontestables sur la distribution géologique des espèces, sur l'époque d'apparition, la durée et l'extinction de chacune d'elles. J'ai recherché dans ce but quelques localités où l'on pût faire une coupe géologique parfaitement claire, où l'ordre de succession des terrains ne présentât aucun doute et où l'on n'eût pas à s'appuyer sur des rapprochements contestables, comme cela est nécessaire quand on embrasse un certain espace comprenant des terrains dont les relations stratigraphiques ne peuvent pas être observées directement. J'ai pensé qu'en décrivant avec soin les fossiles d'une de ces coupes et en notant exactement pour chacun d'eux l'étendue de son existence et les espèces auxquelles il est associé, puis en faisant un travail analogue sur d'autres coupes et d'autres localités, on arriverait mieux que par tout autre procédé à établir ou à limiter les lois de la distribution des êtres organisés.....

« ..... Par ces motifs, et par bien d'autres, je suis convaincu de la nécessité des monographies locales et, comme je l'ai dit plus haut, il n'est aucune région dans nos environs pour laquelle cette méthode présente plus d'avantages et paraisse plus nécessaire. Les environs de

Sainte-Croix fourniront, j'en suis convaincu, un type qui servira à expliquer et à éclairer bien des autres coupes moins riches et moins étendues.

« Cette localité se présente en outre avec un avantage d'un autre genre. Depuis bien des années elle est exploitée avec zèle et intelligence par M. le docteur Campiche. Sa belle collection est la base et l'occasion de cette monographie. Le grand nombre des espèces recueillies, leur bonne conservation, la parfaite certitude de leur gisement, nous ont donné des facilités exceptionnelles, et la promesse qu'il a bien voulu nous faire d'une collaboration active nous permet d'affirmer, que la distribution géologique des espèces poura être fixée avec toute la sécurité et les détails désirables.....

« Cette monographie est divisée en trois parties.

« La première est la *Description géologique de Sainte-Croix.* Elle est due entièrement à MM. Campiche et Tribolet.....

« La seconde partie et la plus étendue est la *Description des fossiles.* L'impossibilité de nous réunir très-souvent et surtout longtemps de suite, me force à me charger seul de la rédaction.....

« La troisème partie sera un *Résumé paléontologique.....* »

On voit quel était le plan et la distribution de ce travail; à Campiche, que la mort devait enlever le premier, appartient la recherche des fossiles et leur réunion en une immense collection soigneusement classée suivant l'ordre stratigraphique; à Pictet revient l'étude et la détermination des espèces, la confection des planches et la rédaction.

La première partie, fort bien travaillée du reste, est

très-courte. La seconde infiniment plus volumineuse a été presque achevée; la description des Vertébrés, et celle des Mollusques céphalopodes, gastéropodes et acéphales sont publiées en trois gros volumes in-4° comprenant plus de 2000 pages, 192 planches, ainsi que de précieuses énumérations de toutes les espèces crétacées connues, classées par ordre stratigraphique, placées à la fin de chaque genre. L'étude des Mollusques brachiopodes est faite et prête pour l'impression; cette œuvre posthume sera sans aucun doute prochainement publiée. Les Échinodermes doivent être compris dans la Description des Oursins des terrains crétacés de la Suisse que rédige M. de Loriol. Quant aux Bryozoaires et aux Polypiers, leur monographie ne rentrait pas dans le plan de l'ouvrage; tout au moins était-elle ajournée à une époque plus tardive.

Si la seconde partie peut, comme on le voit, être considérée comme terminée, il n'en est pas de même du Résumé paléontologique qui devait couronner cette œuvre; à peine a-t-il été ébauché, et nous ne pouvons pas espérer qu'il puisse être livré à la publicité. On trouve bien quelques données sur les idées d'ensemble auxquelles l'auteur avait été conduit dans certains articles des *Archives* où, tout en donnant un extrait très-abrégé de diverses parties de son ouvrage, il exposait les résultats généraux de ses recherches [1]; mais ces fragments ne peu-

[1] Voyez les articles suivants : Notice sur les Poissons des terrains crétacés de la Suisse et de la Savoie, *Archives*, 1858, tome I, p. 229; Note sur la succession des Mollusques céphalopodes pendant l'époque crétacée, etc., 1861, tome X, p. 320; et particulièrement : Note sur les Mollusques gastéropodes, etc., 1864, tome XXI, p. 5. Dans ce dernier article, l'auteur établit que les neuf faunes successives de Sainte-Croix, très-peu différentes par les genres qu'elles comprennent, sont au contraire distinctes par la presque totalité de leurs espèces. Un

vent compenser la perte à jamais regrettable du travail de synthèse qu'il préparait.

Dans la série des Mémoires paléontologiques qui ne se rapportent pas à la Suisse, nous avons à citer d'abord, en 1850, la *Description de quelques Poissons fossiles du Mont Liban,* rapportés par M. Edm. Boissier. L'étude des fossiles de cette classe le captivait singulièrement, et il disait souvent que rien ne lui plaisait comme de décrire des poissons bien conservés. Il a repris ce travail plus tard; sur sa demande M. A. Humbert visita, au retour de son voyage de Ceylan, les gisements fossilifères

petit nombre de celles-ci constituent des exceptions d'une faible importance ; il est très-rare, dans ces exceptions, qu'une espèce soit abondante dans deux étages : tantôt elle commence par quelques individus dans l'étage inférieur, tantôt elle se continue dans l'étage supérieur par un très-petit nombre de types en voie de diminution. Les faunes crétacées de Sainte-Croix sont donc remarquablement distinctes.

Mais cette indépendance ne se constate plus d'une manière aussi complète, si l'on compare ces faunes de Sainte-Croix avec les populations contemporaines sur une certaine étendue géographique. Alors naissent des *mélanges* incontestables que Pictet explique en admettant que les espèces se sont renouvelées dans certaines régions déterminées, variant suivant les périodes, et que les faunes observées sont le résultat des migrations ou du rayonnement de ces types nouveaux. Il cite l'histoire du renne, dans l'époque moderne, comme un exemple frappant de la manière dont les choses ont dû se passer anciennement. Le renne peut être considéré comme caractérisant, d'une part, la période quaternaire en France, et d'autre part, la période actuelle en Laponie où il est associé à des espèces différentes. — Si cette expression des faits est moins commode pour les géologues qui recherchent dans la paléontologie un procédé pour identifier les couches, elle est du moins plus conforme à la vérité.

On peut consulter aussi sur ce sujet, et particulièrement sur le rôle des migrations en paléontologie, un autre article que Pictet avait écrit à propos d'un travail de M. Agassiz, un de ses amis les plus chers, avec lequel il était souvent en communauté d'idées. (*Archives*, 1862, t. XV, p. 45.)

du Liban et en rapporta d'importants matériaux qui furent publiés en 1866.

Les autres mémoires de cette catégorie sont réunis en un volume intitulé *Mélanges paléontologiques*. Appelé par ses travaux sur la Paléontologie suisse à comparer une quantité considérable de fossiles provenant d'autres pays, et ne pouvant faire rentrer ces études dans son œuvre principale, il crut utile de les rassembler dans un ouvrage spécial qu'il commença, en 1863, par des Notices sur certaines espèces de Céphalopodes crétacés.

Un peu plus tard, il s'était soulevé une question importante qui intéressait à la fois la géologie et la paléontologie; elle avait trait aux limites de la période jurassique et de la période crétacée, et elle fut provoquée par une publication d'Oppel, qui entreprit de grouper, sous le nom d'étage tithonique, un certain nombre de couches situées sur les limites des deux formations. La question se compliqua d'une autre, celle de l'âge longtemps controversé des calcaires de la Porte-de-France. Pictet s'intéressa très-vivement aux débats animés qui eurent lieu entre divers savants, et qu'il résuma avec sa précision et sa lucidité habituelles dans un rapport fait à la Société helvétique des Sciences naturelles en 1869. D'autre part il publiait coup sur coup dans ses Mélanges, trois mémoires très-importants, destinés à élucider la question par des faits. Ce fut d'abord sa Monographie de la faune à *Terabratula diphyoides* de Berrias (Ardèche), entreprise après un voyage sur les lieux et publiée en 1867. Puis la même année parut la monographie des Térébratules du groupe de la *T. Diphya*, travail dans lequel d'immenses matériaux furent mis en œuvre. Enfin, l'année suivante il fit encore paraître une troisième monographie sur les

fossiles de la Porte-de-France, qui termine le volume de ses Mélanges paléontologiques.

VI

Après avoir passé en revue les travaux spéciaux de Pictet, il nous reste à dire quelques mots d'un autre genre de publications : nous voulons parler de sa collaboration à la *Bibliothèque Universelle.*

Depuis 1831, il a presque constamment travaillé à la rédaction de ce recueil; jusqu'en 1845 il n'a pas fait partie du comité de Direction, et son rôle s'est borné à fournir tantôt des notes originales et des extraits de ses ouvrages plus étendus, tantôt des revues destinées à faire connaître les progrès de la science sur des points importants, tantôt enfin des analyses succinctes de divers mémoires, articles qui prenaient place dans le Bulletin scientifique.

En 1846, M. de la Rive qui pendant dix ans avait seul supporté le poids de la Direction de la Bibliothèque universelle, se décida à élargir le cadre de cette publication et à la diviser, comme cela avait eu lieu jadis, en deux sections, l'une littéraire, l'autre scientifique. Cette dernière partie ajouta le titre d'*Archives des Sciences physiques et naturelles* à celui de *Bibliothèque Universelle*, et il se forma, pour sa rédaction une comité d'abord composé de MM. de la Rive, Marignac et Pictet, qui plus tard s'adjoignirent d'autres collaborateurs. Depuis ce moment la coopération de ce dernier devint naturellement beaucoup plus active et ne contribua pas peu au succès de l'entreprise.

Chargé de tout ce qui concernait la zoologie, il apporta beaucoup de soin à la rédaction du Bulletin scientifique pour cette branche, et y inséra un nombre très-considérable

d'excellentes analyses, toujours claires, souvent rehaussées par des remarques critiques ou des observations originales. Vers 1859, Claparède le déchargea en grande partie de cette tâche [1] ; en revanche, il multiplia le nombre de ses articles de fond, dont nous avons déjà eu l'occasion de citer quelques-uns. On ne s'attend pas à ce que nous entreprenions d'en compléter ici l'énumération [2] ; cependant il convient de mentionner une série d'articles relatifs à l'époque quaternaire, et particulièrement à la question de l'homme fossile qui a fait, et fait encore tant de bruit.

Indiquons d'abord à quelles idées il s'est arrêté au sujet de l'ensemble de la faune de cette époque [3]. Il admet qu'il n'y a eu entre la période diluvienne et la période moderne, aucune modification comparable aux changements qui caractérisent et distinguent les autres faunes paléontologiques. Il démontre que toute la faune actuelle a existé dès l'origine de la période diluvienne, et il fait voir que les différences survenues consistent seulement dans la disparition d'un nombre limité de grandes espèces. Cette disparition peut provenir des variations de climat, particulièrement pour les grands pachydermes. Mais elle peut être aussi attribuée en grande partie à l'homme, si l'on admet sa présence dès l'origine de l'époque qua-

[1] De 1846 à 1872, tous les articles de zoologie, physiologie, anatomie et paléontologie non signés (ou signés F.-J. P.) ont été, sauf quelques rares exceptions, rédigés par Pictet; s'étant chargé de la responsabilité de ce bulletin, il demandait à ses collaborateurs de mettre leurs initiales au bas de leurs analyses pour les distinguer des siennes.

[2] Voyez la liste de ses ouvrages à la fin de la présente Notice.

[3] Note sur la période quaternaire ou diluvienne considérée dans ses rapports avec l'époque actuelle (*Archives*, 1860, tome VIII, p. 265).

ternaire; en effet, la liste des espèces éteintes est principalement composée d'animaux carnassiers, que l'homme avait intérêt à détruire, et d'herbivores qui ont dû servir à sa nourriture.

Pictet, l'un des premiers, a accepté l'idée de l'existence antédiluvienne de l'homme, et dans les vives discussions qui s'étaient élevées sur les haches en silex, il avait pris parti pour M. Boucher de Perthes[1]. Il a exposé les pas successifs de cette question dans divers articles tantôt dus entièrement à sa plume, tantôt consistant en reproductions ou en analyses. Aussi, immédiatement après l'examen de la commission anglo-française qui s'était rendue à Abbeville et y avait unanimement reconnu l'authenticité des haches et de la mâchoire d'homme de Moulin-Quignon[2], M. de Quatrefages lui écrivait: « Voilà un « grand fait acquis; je me hâte, de vous en instruire. Un « des premiers vous êtes venu à mon aide quand j'étais « seul à soutenir la thèse qui vient de triompher. Vous « n'avez pas hésité à proclamer hautement votre opinion, « et votre nom a été pour une bonne part dans la réso- « lution prise par nos confrères de Londres de venir à « Paris. Vous êtes donc de ceux à qui devaient arriver en « premier lieu les nouvelles de la victoire. »

Il faut nous arrêter dans cette revue des publications scientifiques de Pictet. On voit quelle énorme étendue elles ont atteint: c'est par milliers de feuilles d'impression, c'est par centaines de planches qu'il faut compter pour

[1] Des silex taillés trouvés par M. Boucher de Perthes. *Archives*, 1859, tome VI, p. 353. De la question de l'Homme fossile. *Bibl. Univ.*, partie littéraire, 1860, t. VII, p. 366.

[2] Voyez Note sur la découverte d'une mâchoire humaine fossile. *Archives*, 1863, tome XVII, p. 113.

en apprécier le développement[1]. S'il s'agissait de productions superficiellement élaborées, des chiffres de ce genre seraient sans importance : ce n'est pas au nombre de lignes, c'est à son mérite scientifique qu'il faut estimer l'œuvre de l'écrivain. Mais les travaux dont nous venons de parler sont tous également bien faits, partout on y retrouve les caractères d'un labeur consciencieux, jamais une hâte fébrile de publier, ni le besoin de faire retentir fréquemment son nom dans le monde savant.

Dans sa carrière d'investigateur scientifique, d'abord comme entomologiste, plus tard comme paléontologiste, il avait toujours sur le chantier une œuvre de longue haleine, une étude de fonds dont le plan s'élargissait au fur et à mesure de ses progrès. Sa première monographie sur les Phryganides l'entraîne à son ouvrage général sur les Névroptères; sa description des fossiles du grès vert l'amène à ses Matériaux pour la paléontologie suisse; ses Poissons du Liban le conduisent à ses Mélanges paléontologiques. Si importants qu'ils soient, ses autres travaux, même son Traité élémentaire de Paléontologie, sont plutôt accessoires, presque accidentels, motivés par le désir d'accomplir sérieusement son mandat de professeur ou par le devoir du savant de ne pas laisser passer près de lui des faits nouveaux sans y porter la lumière.

Sa réputation grandissant avec son œuvre, de nombreuses sociétés savantes ont tenu à l'honneur de le compter parmi leurs membres. Sa nomination de Corres-

[1] Le nombre des planches de ses seuls travaux paléontologiques s'élève à 427, sans compter celles qui appartiennent aux monographies ne portant pas son nom mais comprises dans les Matériaux, non plus que celles de son Traité élémentaire de Paléontologie qui ne peuvent pas être considérées comme étant toutes originales.

pondant de l'Académie des Sciences de Paris, en 1867, est la seule que nous rappellerons ici. Les paléontologistes n'ont pas un accès commode à l'Institut. D'Orbigny, l'auteur de la Paléontologie française et du Prodrome, n'y est jamais parvenu : la section d'anatomie et zoologie, la seule qui puisse les admettre, n'aime pas trop à leur donner le nombre de places déjà restreint dont elle peut disposer. Aussi, si nous en croyons ce qui a transpiré au dehors du Comité secret, le rapport qui a valu à Pictet la presque unanimité des suffrages, appuyait surtout sur ses anciens travaux d'entomologie, preuve que le temps n'avait pas effacé leur mérite.

Où, Pictet, a-t-il puisé le secret de cette puissance de production et cette prodigieuse fécondité ? C'est d'abord dans son amour vrai pour la science; la connaissance de la nature elle-même, était bien le but et le grand intérêt de sa vie; le succès personnel, la renommée à atteindre ou les distinctions à recueillir n'étaient point son mobile. En second lieu, ses facultés supérieures, sa facilité, son intelligence rapide, la promptitude de son coup d'œil, sa mémoire, son bon sens scientifique, l'empêchaient de faire fausse route: il avançait sans hésitations, et il avait rarement à revenir sur ses pas. Enfin, sa méthode de travail était excellente, ses notes étaient bien prises, il classait les faits dans sa tête, et surtout il avait la plus grande régularité dans les heures qu'il consacrait à l'étude. On se tromperait bien si l'on imaginait que ce soit à force de veilles fiévreuses qu'il a accumulé les matériaux de son œuvre. Loin de là, il n'entrait pas avant l'aube dans son cabinet et il ne travaillait pas habituellement le soir; mais tous les jours, presque sans autre exception que les temps d'absence ou de voyages, il employait ses matinées de neuf

heures à une heure, à ses travaux de recherches scientifiques. Sans cependant fermer sa porte à ses amis, ni même aux importuns, il savait défendre ces heures précieuses contre l'envahissement de ses autres occupations si nombreuses. A moins de circonstances rares et impérieuses, ses leçons, sa surveillance du Musée, les commissions administratives ou politiques, étaient impitoyablement reléguées dans l'après-midi. « Depuis une heure, je fais tout ce que l'on veut, mais pas avant, » répondait-il quand on lui parlait d'une affaire à placer le matin.

VII

Nous l'avons dit, notre pensée en écrivant ces pages a été surtout d'esquisser la vie scientifique de Pictet; mais cette notice serait par trop incomplète et ferait bien imparfaitement connaître l'homme, si nous laissions entièrement de côté son rôle civique et politique, rôle important, et probablement aux yeux de la foule de ses concitoyens, rôle prépondérant dans sa carrière. Du reste, le récit abrégé de son activité dans cette direction, ne pourra que mieux faire ressortir le mérite du savant qui a si bien su concilier les occupations les plus divergentes.

A l'époque de sa jeunesse, les affaires publiques prenaient une place obligée dans la vie de tout ce qui tenait à l'aristocratie genevoise. Dans l'éducation des jeunes gens on ne perdait pas de vue que, quelle que fût leur vocation, ils devaient probablement un jour faire partie des Conseils de la petite république, et souvent on les y préparait par des études de jurisconsulte plus ou moins développées. C'est ainsi que plusieurs hommes appartenant à cette génération, et qui se sont plus tard créé une place

distinguée dans l'étude des sciences physiques ou naturelles, carrière favorite des classes aisées de Genève, se sont assis sur les bancs de l'école de droit; tel a été le cas de MM. A. de la Rive, D. Colladon, F. Marcet, Alph. de Candolle, Jules Pictet. Ce dernier peut être considéré comme ayant continué, l'un des derniers, la tradition de ces professeurs de l'ancienne Académie qui se sont acquis une influence politique incontestable, bien qu'elle ait été diversement appréciée par les partis.

Avant d'arriver à ses fonctions politiques proprement dites, nous dirons d'abord que, comme tous les Suisses, il fut appelé au service militaire; son goût pour les sciences mathématiques lui fit choisir l'artillerie. Il réussit là comme ailleurs, et ne se laissant pas rebuter par la fréquence et la longueur des écoles d'instruction, il devint un excellent officier et parvint au grade de capitaine dans cette arme. Ses fonctions dans l'instruction publique auraient pu le faire dispenser de ce service; il ne voulut pas en profiter, et quoique, au milieu des troubles politiques qui ont agité Genève, cette position fut souvent difficile et parfois périlleuse, il resta jusqu'en 1848 à la tête de sa batterie et de ses artilleurs dont il était aimé, estimé et respecté.

Quant à la vie d'homme d'État de Pictet-de la Rive (c'est ainsi qu'il était généralement appelé dans sa carrière publique), il faudrait pour en bien rendre compte retracer toute l'histoire de notre pays depuis plus d'une trentaine d'années; nous serons forcés de nous limiter beaucoup.

Énumérons d'abord les fonctions qu'il a remplies dans les corps politiques de Genève.

En 1838 il fut élu membre du Conseil représentatif,

nom que portait alors le pouvoir législatif du canton de Genève. La constitution de 1842 donna à cette assemblée le nom de Grand Conseil, en même temps qu'elle diminuait le nombre de ses membres et modifiait son mode d'élection dans un sens démocratique; Pictet ne cessa pas d'en faire partie, et la révolution de 1846, plus grave que celle de 1841, l'y laissa encore siéger jusqu'en 1850. Dans cette dernière période de quatre années, il fut membre des commissions pour la loi de l'instruction publique qui remaniait complétement l'Académie, et pour la loi des fondations qui touchait et menaçait la Société des Arts. Nous avons déjà vu qu'il travailla dans ces circonstances à ne pas laisser tout bouleverser dans ces institutions.

En 1850 le flot toujours montant du radicalisme le fit sortir du Grand Conseil, où le reflux politique le ramena de nouveau en 1854, pour l'en écarter encore en 1856.

En 1862 il fut élu membre de l'Assemblée constituante et appelé à l'honneur de la présider. Après le rejet par le peuple du projet de constitution que cette Assemblée avait élaboré, il reprit de nouveau sa place dans le Grand Conseil dont il fut président deux années encore, et dont il resta membre jusqu'à la fin de sa vie.

A côté de ces fonctions dans la législature, il a été membre du Conseil municipal de Genève de 1845 à 1847 et de 1851 à 1866, et il a fait partie du Conseil administratif de la Ville pendant quelques mois de l'année 1845.

Dans ces charges diverses il s'est acquis une autorité qui n'a fait que grandir. Appartenant au parti conservateur modéré, ce qui à Genève signifie qu'il avait des tendances très-libérales, il s'est distingué par une grande indépendance. Il cherchait toujours à se former une opi-

nion par lui-même, et il trouvait une véritable jouissance dans ce travail de la pensée, même lorsqu'il s'agissait d'objets d'un intérêt secondaire.

Son caractère prédominant en politique était de prendre toujours les questions par leur côté pratique: il savait trouver le meilleur parti à tirer d'une situation donnée, et jouer, comme l'on dit, avec les cartes que l'on a, en mettant de côté toute prévention, en désintéressant complétement sa personnalité, en sacrifiant au besoin l'accessoire pour arriver au principal. Il n'attachait pas une importance exagérée à la forme; il voyait moins que d'autres, peut-être, se dérouler dans l'avenir toutes les conséquences logiques et redoutables contenues à l'état latent dans un texte de loi. Il était l'opposé du doctrinaire. Enclin par nature à ne pas voir tout le mal d'un côté et tout le bien du côté opposé, comprenant les opinions d'autrui et sachant se mettre à la place de ses adversaires, il était eminemment conciliant, et marchait au but sans reculer devant les concessions de détail qu'il fallait faire pour l'atteindre. Ingénieux dans ses combinaisons, très-prompt lorsqu'il s'agissait de prendre un parti, il était, on l'a dit, l'homme des solutions difficiles.

Sa parole dans les conseils était ce qu'elle était dans ses cours, claire, rapide, chaleureuse, débordant de bon sens, parfois éloquente, plus souvent encore pleine d'une bonhommie qui lui permettait de tout dire sans irriter. Il n'avait pas la coutume de discourir à tout propos, et quoique le nombre de sujets qu'il connaissait bien fût considérable, il se réservait pour un certain nombre de questions qui avaient plus d'importance à ses yeux, et qu'il élucidait alors admirablement. Aussi son intervention a-t-elle souvent décidé le succès, au moins a-t-il su toujours se faire écouter.

C'est dans les discussions relatives à l'instruction publique qu'il prenait le plus volontiers la parole. On n'a point oublié les discours qu'il fit il y a peu d'années sur le projet de construction des bâtiments académiques, ni le rôle important qu'il remplit dans la commission chargée d'examiner cette question, et dont il fut le rapporteur.

Comme tous les hommes indépendants, il n'a pas échappé aux critiques de son propre parti ; les gens extrêmes ou passionnés ont souvent de la peine à croire à la sincérité complète d'une opinion s'écartant de la leur. On l'a donc quelquefois accusé de faiblesse, que sais-je ? d'un désir de popularité ; accusation mal fondée, car il savait oser : il faut plus de courage moral pour se mettre en opposition avec ses relations sociales et les personnes que l'on rencontre chaque jour au club ou dans les salons, que pour affronter l'opinion d'ennemis politiques : et d'autre part, à plus d'une reprise, il a montré son énergie, et n'a pas hésité à rudoyer ses adversaires lorsqu'ils le méritaient à ses yeux. Tout au plus pourrait-on dire que, dans sa tendance à faire prédominer le point de vue pratique de préférence aux principes théoriques, il a parfois, comme il le reconnaissait lui-même, consenti à de trop larges sacrifices pour faire aboutir tel ou tel projet qu'il croyait bon dans son ensemble. Le désir du pouvoir, il a bien prouvé qu'il ne l'avait pas en refusant maintes fois de faire partie du gouvernement. Sa marche et ses actes ont fait voir que son seul mobile était l'intérêt public et un patriotisme éclairé. Aussi on est arrivé de tout côté à lui rendre pleine justice, et la confiance qu'il avait su inspirer avait fait de lui l'un des chefs les plus autorisés du parti conservateur libéral.

Dans la présidence de l'Assemblée constituante et du

Grand Conseil, il a montré un talent supérieur par sa lucidité, sa promptitude, son intelligence des règlements et son habitude des Assemblées délibérantes. Il excellait à diriger une discussion; quelle que fut la complication des projets, des amendements et des contre-propositions, jamais il ne perdait son sang-froid, jamais il n'était embarrassé. Son impartialité était complète, il oubliait ses sympathies et se mettait au-dessus des partis lorsqu'il conduisait les débats; si je ne me trompe, pendant toute la durée de l'Assemblée constituante, on ne l'a vu qu'une seule fois quitter le fauteuil de la présidence pour prendre part à la discussion et répondre vivement à une injuste attaque contre l'Académie.

C'est peut-être la manière dont il a rempli ces fonctions, qui lui a le mieux gagné cette popularité de bon aloi dont il était de plus en plus entouré, et l'estime que lui accordaient tous les partis.

Son rôle ne s'est pas borné au mandat ordinaire du Président d'une Assemblée délibérante : dans les agitations qui ont suivi la triste journée du 22 août 1864, il a dû comme chef du Corps souverain, relever et saisir d'une main ferme la véritable direction des affaires publiques qui échappait en ce moment à un gouvernement contre lequel se soulevait le sentiment de la nation.

Pictet laisse dans le Grand Conseil un vide qui sera difficilement comblé ; on ne peut trop regretter qu'il ne doive plus y occuper sa place lors de la discussion de la loi nouvelle sur l'instruction publique.

Quittons maintenant la politique cantonale genevoise pour dire aussi quelques mots du rôle qu'il a joué dans les affaires de la Confédération Suisse.

C'est en 1855 que pour la première fois il fut envoyé à l'Assemblée fédérale avec le mandat de député au Conseil des États. A cette époque, où les forces des deux principaux partis politiques se trouvaient à peu près équilibrées à Genève, il y eut une sorte d'entente entre les membres du Grand Conseil pour nommer un député de chaque opinion : il fut élu en même temps que M. James Fazy. Il n'occupa pas longtemps ces fonctions, assez cependant pour se faire apprécier à Berne, et pour arriver lui-même à très-bien connaître les hommes et les choses politiques du Palais fédéral. Il fit là comme un stage qui le prépara à la mission plus durable et plus importante dont il fut chargé plus tard, lorsque le suffrage populaire le porta au Conseil national en 1866 et l'y maintint en 1869. Dans cette dernière occasion il fut le seul député du collége électoral de Genève qui n'appartînt pas au parti radical.

Il comprenait admirablement bien les rouages de l'Assemblée fédérale et y jouissait d'une grande influence. Il avait su se lier avec les principaux hommes d'État de la Confédération, et sa sociabilité lui faisait trouver beaucoup de charme à ces réunions inofficielles, où en réalité les questions se décident plus souvent que dans la salle du Conseil.

Dans les séances officielles, il était sobre de discours, mais sa parole portait coup, et comme à Genève elle était toujours écoutée.

La révision de la constitution fédérale, qui depuis le mois de novembre 1871 a rempli les longues sessions de l'Assemblée, a obligé Pictet à passer presque tout l'hiver à Berne. Il a pris une part importante à ces travaux qu'il suivait avec le plus vif intérêt. On n'a pas

encore perdu le souvenir du remarquable discours qu'il prononça sur la question religieuse, de la tolérance et de la hauteur de vue qu'il y a déployées. Ici encore on ne saurait trop regretter qu'il n'ait pu assister aux séances jusqu'au terme de la révision constitutionnelle, et l'on ne peut calculer l'influence que sa présence aurait exercée pour améliorer l'œuvre qui est sortie de ces discussions.

VIII

C'est en effet au milieu de ces débats, qu'il devait être arraché à ses devoirs et à ses fonctions.

Jusqu'alors il avait joui d'une excellente santé, la maladie n'avait jamais atteint sérieusement sa robuste constitution. Cependant depuis un petit nombre d'années, ses amis remarquaient en lui quelque changement; il avait perdu de son élasticité physique, et ressentait aisément de la fatigue. Les chagrins répétés qu'il avait éprouvés à de courts intervalles, en perdant le plus jeune de ses fils, puis sa fille, Mme Albert Pictet, et enfin sa belle-fille, Mme Alphonse Pictet, l'avaient profondément ébranlé, malgré la résignation avec laquelle il avait supporté ces coups douloureux.

Pendant les vacances de Noël de l'Assemblée fédérale, il vint à Genève, espérant pouvoir organiser lui-même l'installation des collections du Musée dans le bâtiment nouveau dont la construction venait d'être achevée; mais il fut pris, peu après son arrivée, de violentes douleurs de sciatique qui le forcèrent à garder la chambre et le privèrent de sommeil.

Ces circonstances antérieures, en ébranlant sa santé, ont sans doute contribué à l'issue fatale d'un accident qui ne paraissait pas d'abord présenter de gravité. Le

20 janvier, il glissa sur le verglas d'une des rues de Berne, et dans l'effort qu'il fit pour éviter une chute, il se rompit un des vaisseaux sanguins de la cuisse. L'extravasation du sang fut assez forte, et les douleurs de sciatique reprirent avec plus de violence que jamais. Il souffrait cruellement; ses nuits surtout étaient affreuses. Cependant le jour, quand la douleur s'émoussait, il retrouvait, au milieu du cercle d'amis qui se plaisaient à l'entourer, un peu de son entrain et de son animation; il suivait avec un vivant intérêt les discussions des Chambres qui se répétaient en petit, pour ainsi dire, autour de son fauteuil. Mais cette illusion d'activité ne lui suffisait pas, il souffrait de ne pouvoir remplir son mandat; à plusieurs reprises il fut vivement affecté de ce qu'à propos de votations importantes, le Conseil national s'était trouvé également partagé, et que la voix du Président avait dû faire pencher la balance; sa présence aurait donc pu changer la décision.

Ne pouvant plus accomplir ses fonctions, il se décida à revenir à Genève; le voyage ne fut pas trop difficile, et après quelque temps son état paraissait s'améliorer d'une manière sensible. Il avait repris son apparence habituelle et toute sa vivacité d'esprit. Je ne puis oublier l'impression qu'il me laissa la dernière fois qu'il m'a été donné de le voir: avec quelle clarté il parlait des questions de politique fédérale, avec quel élan il racontait ses projets pour le développement de l'enseignement de l'Académie! Jamais je ne lui avais vu plus d'exubérance de vie intellectuelle!

Tout à coup se manifestèrent les symptômes inattendus d'une fièvre pernicieuse. Rien ne put conjurer les progrès du mal; il ne put résister au second accès, et il ex-

pira le 15 mars dans la matinée : trois jours avaient suffi à éteindre ses belles facultés, à briser le cœur de ceux qui l'entouraient, à plonger dans le deuil le pays tout entier.

Deux jours plus tard un lugubre convoi conduisait sa dépouille mortelle au cimetière; la famille était suivie des autorités, des professeurs de l'Académie et des étudiants; une foule navrée se pressait autour de la tombe ouverte. Quand le cercueil y fut déposé, MM. Challet-Venel, membre du Conseil fédéral, Fontanel, président du Grand Conseil, Carteret, président du Conseil d'Etat, et Wartmann, recteur de l'Académie, prirent successivement la parole pour payer un tribut de profond regret au grand citoyen et au savant illustre, tandis que l'émotion de la foule, la tristesse peinte sur tous les visages, les yeux humides, rendaient le plus touchant témoignage à l'homme de bien, à l'homme de cœur. Puis le cortége grossi d'un immense concours revint lentement pour défiler à rangs pressés devant la maison de deuil.

Ces honneurs funèbres n'ont pas été le seul hommage rendu à la mémoire de Pictet: presque tous les journaux de la Suisse, quel que fût leur parti, beaucoup de feuilles étrangères et de revues scientifiques [1], se sont asso-

[1] On nous saura gré de citer ici les paroles que M. Dumas prononça le 18 mars en annonçant à l'Académie des Sciences de Paris la perte de son éminent Correspondant :

« M. Pictet laisse un vide immense dans l'Académie de Genève, dont il était l'âme ; dans les Conseils de son canton et dans ceux de la Suisse, dont il était une des lumières.

« Il n'aura pas vu l'inauguration du bâtiment de l'Académie qui s'achève en ce moment, auquel le canton de Genève a consacré trois millions, et qui est, pour ainsi dire, son œuvre.

« M. Pictet possédait des collections d'histoire naturelle importantes, toujours libéralement mises à la disposition des savants de tous les pays. Sa fortune était employée à répandre la connaissance des ri-

ciés aux regrets de la famille genevoise. — La cérémonie d'inauguration du bâtiment académique, qui devait avoir lieu quelques jours plus tard, fut renvoyée; les étudiants avaient immédiatement pris l'initiative de demander qu'elle n'eût pas lieu: l'Académie ne pouvait songer en ce moment à rien qui ressemblât à une fête.

Pictet a laissé après lui une dernière preuve de son attachement aux institutions scientifiques de Genève. Il a légué au Musée sa collection de fossiles crétacés, une des plus riches et des plus complètes qui aient été rassemblées. Sa bibliothèque sera divisée en trois parts: l'une est destinée à son fils Édouard qui conservera sans doute les ouvrages se rapportant à l'entomologie et aux belles collections de Névroptères et de Lépidoptères qu'il possède; le Musée recevra les livres qui lui seront utiles pour les déterminations; la troisième part sera remise à la Bibliothèque publique.

---

chesses paléontologiques de la Suisse par la publication, faite à ses frais, des ouvrages accompagnés des planches nombreuses nécessaires à leur étude.

« Les vingt dernières années de sa vie avaient été consacrées, en effet, à la paléontologie, science qu'il avait dotée d'un Traité classique en quatre volumes, de nombreux mémoires sur les fossiles de la Suisse, d'un mémoire spécial sur les poissons fossiles du Liban, etc.

« Les premières années de sa vie scientifique avaient été plus particulièrement réservées à l'étude de l'entomologie, circonstance qui l'avait amené à faire un long séjour dans les galeries du Muséum, où il s'était lié d'une étroite amitié avec notre ancien confrère, M. Audouin, et où il avait préparé ses travaux sur les Éphémères et les Phryganes, qui fondèrent sa réputation.

« M. Pictet avait gardé de ce séjour le souvenir le plus profond, et il avait conservé toutes les sympathies des professeurs d'un établissement où chacun appréciait la rare étendue de son esprit, la sûreté de son savoir et son infatigable zèle pour la science de la nature. »

Nous sommes arrivés au terme de la tache, à la fois triste et pleine de douceur, que nous nous étions imposée. C'est à regret que nous quittons la plume, que de choses nous aurions à dire encore ! Il nous en coûte de jeter notre dernier adieu à cet homme qui, doué de tant de nobles facultés, avait si pleinement su faire valoir les talents qu'il avait reçus !

J.-L. SORET.

LISTE DES OUVRAGES DE F.-J. PICTET.

ENTOMOLOGIE.

Mémoire sur les larves de Némoures [décembre 1831]. (Annales des sciences naturelles. Paris, 1832, t. XXVI, p. 369.)

Mémoire sur les métamorphoses des Perles [janvier 1832]. (Ibid., 1833, t. XXVIII, p. 44.)

Recherches pour servir à l'histoire et à l'anatomie des Phryganides. (In-4. 240 pages de texte avec 20 planches. Genève, Paris et Londres, 1834.)

Mémoire sur le genre Sialis, *Latreille*, et considérations sur la classification de l'ordre des Nevroptères. (Annales des sciences naturelles, zoologie, 1836, t. V, p. 69.)

Description de quelques nouvelles espèces d'insectes du bassin du Léman [1833]. (Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève, 1836, t. VII, p. 173.)

Sur les organes respiratoires des Capricornes [1835]. (Ibid., 1836, t. VII, p. 393. — Ann. des Sc. nat. (zool.), 1837, t. VII, p. 63.)

Note sur les étuis de Phryganes envoyés du Brésil par M. Blanchet. (Bibliothèque universelle de Genève, 1836, t. V, p. 198.)

Description de quelques nouvelles espèces de Névroptères du Musée de Genève. (Mém. Soc. de phys. de Genève, 1836, t. VII, p. 399.)

Communication sur les Névroptères. (Annales de la Société entomologique. Paris, 1840, t. IX, p. xx.)

Histoire naturelle générale et particulière des Insectes Névroptères.

1re Monographie. Famille des Perlides [1841-1842]. (In-8°, 416 pages de texte avec 53 planches. Paris, Genève et Soleure, 1842.)

2me Monographie. Famille des Éphémérines [1843-1845]. (In-8°, 300 pages avec 47 planches. Paris, Genève et Soleure, 1845.)

Cordulia splendens, *Pict.* Nouvelle espèce. (Magasin de zoologie. *Insectes.* Paris, 1843, pl. 117. — Revue zoologique, 1843, p. 131.)

Considérations générales sur les débris organiques qui ont été trouvés dans l'ambre et en particulier sur les insectes. (Bibliothèque universelle. Archives des sciences physiques et naturelles. Genève, 1846, t. II, p. 5.)

Note sur la reproduction des pattes chez les insectes. (Ibid., 1846, t. III, p. 232.)

Die im Bernstein befindlichen Neuropteren der Vorwelt, bearbeitet von F.-J. Pictet-Baraban (*sic*) und Dr H. Hagen. (In-folio avec 4 planches. Berlin, 1856, faisant partie de l'ouvrage de Berendt.)

MAMMALOGIE, ICHTYOLOGIE, TERATOLOGIE.

Variété de l'Apogon rex-mullorum, trouvée sur les côtes du Brésil. (Bibl. univ. de Genève, 1836, t. I, p. 185.)

Notice sur un veau monstrueux du Musée de Genève. (Mém. Soc. de phys. de Genève, 1839, t. VIII, p. 129.)

Première notice sur les animaux nouveaux ou peu connus du Musée de Genève. [nov. 1840]. (Ibid., 1841, t. IX, p. 144.)

Seconde notice [mars 1842]. (Ibid., 1843, t. X, p. 201.)

Description d'une nouvelle espèce de Rat (Mus leucogaster) trouvée aux environs de Genève. (Ibid., 1841, tome IX, p. 154.)

Description d'un nouveau genre de Rongeurs de la famille des Hystricins. (Revue zool., 1843, p. 225 et 319.)

Description d'un veau monstrueux formant un groupe nouveau (hétéroïde) dans la famille des monstres anidiens. (Mém. Soc. phys. de Genève, 1849, t. XII, p. 335.)

Notice sur quelques anomalies de l'organisation [oct. 1854]. (Ibid., 1855, t. XIV, p. 69.)

PALÉONTOLOGIE.

Note sur des ossements d'ours fossiles trouvés dans une caverne près de Mialet (Basses-Cévennes). (Mém. Soc. phys. de Genève, 1833, t. VI. p. 397. — Bibl. Univ. Sc. et Arts, 1834, t. LVI, p. 275.)

Traité élémentaire de Paléontologie ou Histoire naturelle des animaux fossiles considérés dans leurs rapports zo olo giques et géologiques. (1re édition, 4 vol. in 8° avec 73 pl. Genève, 1844-1845. — 2me édition, 4 vol. in-8° avec atlas de 110 pl. in-4°. Paris, 1853-1857.

Considérations générales sur les débris organiques qui ont été trouvés dans l'ambre, etc. (1846, déjà cité, voir Entomologie.)

Sur les ossements trouvés dans les graviers stratifiés des environs de Mattegnin. (Mém. Soc. phys. de Genève, 1846, t. XI, p. 85. — Archives des Sc. phys. et nat., 1846, t. II, p. 233.)

Encore quelques mots sur la succession des êtres organisés à la surface de la terre. (Archives, t. VI, 1847, p. 23.)

Description des mollusques fossiles qui se trouvent dans les grès verts des environs de Genève.

Céphalopodes [novembre 1846]. (Mém. Soc. phys. de Genève, 1846, t. XI, p. 257.)

Gastéropodes, par MM. F.-J. Pictet et W. Roux (Ibid., 1849, t. XII, p. 21.)

Acéphales orthoconques, par MM. F.-J. Pictet et W. Roux [mars 1851]. (Ibid., 1852, t. XIII, p. 73.)

Acéphales pleuroconques, par MM. F.-J. Pictet et W. Roux, (Ibid., 1854, t. XIII. p. 279.)

Tirage à part des quatre parties réunies. In-4°, 558 pages avec 51 planches. Genève, 1854.)

Description de quelques poissons fossiles du Mont-Liban. (Mém. Soc. phys. de Genève, 1851, t. XII, p. 277. — Tirage à part, in-4° avec 10 pl., Genève, 1850. — Extrait de cet ouvrage, Archives, Genève, 1851, t. XVII, p. 82.)

Nouvelles recherches sur les poissons fossiles du Mont-Liban, par MM. F.-J. Pictet et A. Humbert. (In-4° avec 10 pl. Genève, 1866. — Extrait de cet ouvrage, Archives, Genève, 1866, t. XXVI, p. 117.)

Matériaux pour la Paléontologie suisse, ou recueil de monographies sur les fossiles du Jura et des Alpes. 6 vol. in-4°. Genève.

Première série. 1854 à 1858. Description des fossiles du terrain aptien de la Perte-du-Rhône, par MM. Pictet et Renevier. (184 pages de texte et 23 planches.)

Mémoire sur les animaux vertébrés du terrain sidérolitique du canton de Vaud, par MM. Pictet, Gaudin et de la Harpe. (120 pages et 13 planches.)

Monographie des Chéloniens de la mollasse suisse, par MM. Pictet et A. Humbert. (71 pages et 22 planches.)

Description d'une Emyde nouvelle (Emys Etalloni) du terrain jurassique supérieur de Saint-Claude, par MM. Pictet et Humbert. (10 pages et 3 pl.)

Deuxième série. 1858 à 1860. Description des fossiles du terrain néocomien des Voirons, par MM. Pictet et de Loriol. (52 pages, 2 planches de coupes, 13 planches de fossiles et un atlas in-folio de 7 planches.)

Description des fossiles du terrain crétacé de Sainte-Croix, par MM. Pictet et Campiche. (1re partie, 380 pages, avec cartes géologiques, coupes et 43 planches.)

Troisième série. 1861 à 1864. Description des reptiles et poissons fossiles de l'étage virgulien du Jura neuchâtelois, par MM. Pictet et Jaccard. (88 pages et 20 planches.)

Description des fossiles du terrain crétacé de Sainte-Croix, par MM. Pictet et Campiche. (2me partie, 752 pages et 55 planches.)

Quatrième série. 1864 à 1868. Description du terrain crétacé de Sainte-Croix, par MM. Pictet et Campiche. (3me partie, 560 pages et 40 planches.)

Monographie des couches de l'étage valangien des carrières d'Arzier (canton de Vaud), par M. P. de Loriol. (110 pages et 9 planches.)

Cinquième série. 1869 et 1870. Description des fossiles du terrain crétacé de Sainte-Croix, par MM. Pictet et Campiche. (4me partie, 352 pages et 54 planches.)

Mémoire sur les animaux vertébrés du terrain sidérolitique du canton de Vaud. *Supplément* par MM. Pictet et Humbert. (73 pages et 15 planches.)

Sixième série (en voie de publication). Description des fossiles crétacés de Sainte-Croix (5me partie, Brachiopodes).

Échinodermes, par M. P. de Loriol.

(Tirage à part de la Description des Fossiles de Sainte-Croix. 4 volumes déjà publiés.)

(Extrait de quelques séries des « Matériaux » dans les Archives, 1856, t. XXXI, p. 298; 1861, t. X, p. 320; 1864, t. XXI. p. 5.)

Die im Bernstein befindlichen Neuropteren, etc. (1856, déjà cité, voir Entomologie.)

Ossements et antiquités du lac de Mosseedorf dans le canton de Berne, preuves que le Cerf à bois gigantesque (Cervus euryceros, *Cuvier*) a vécu en Suisse en même temps que l'homme. (Archives, 1857, t. XXXV, p. 42.)

Rectification au mémoire sur les ossements du lac de Mosseedorf. (Archives, 1857, t. XXXVI, p. 55.)

Notice sur les poissons des terrains crétacés de la Suisse et de la Savoie. (Archives, 1858, t. I, p. 228.)

Note sur un nouvel exemplaire de l'Emys Laharpi, *Pict.* et *Humb.*, découvert par M. de La Harpe dans les lignites des environs de Lausanne, par MM. Pictet et Humbert. (Bulletin de la Soc. des Sc. nat. du canton de Vaud, Lausanne, 1858, t. VI, p. 39.)

Note sur la période quaternaire ou diluvienne, considérée dans ses rapports avec l'époque actuelle. (Archives, 1860, t. VIII, p. 265.)

Note sur la succession des Mollusques céphalopodes pendant l'époque crétacée dans la région des Alpes suisses et du Jura. (Archives, 1861, t. X, p. 320.)

Sur l'étage Barrémien de M. Coquand et sur la place qu'il doit tenir dans la série crétacée. (Archives, 1863, t. XVI, p. 257.)

Mélanges paléontologiques. (1 vol. in-4°, 287 pages avec 43 planches. Genève, 1863-1868.)

Notice sur les Céphalopodes crétacés. 1. Sur les limites du genre Toxoceras et sur le T. obliquatum. 2. Sur les limites des genres Ancyloceras et

Crioceras, au sujet de l'existence d'une bouche dans le Crioceras Duvalii. 3. Sur l'enroulement varié de l'Ammonites angulicostatus et sur la limite des genres Ammonites et Crioceras. (1863. — Aussi dans les Mém. de la Soc. de phys. de Genève, 1863, t. XVII, p. 24.)

Études paléontologiques sur la faune à Terebratula diphyoïdes de Berrias (Ardèche).

Étude monographique des Térébratules du groupe de la T. Diphya. (1867.)

Étude provisoire des fossiles de la Porte-de-France, d'Aizy et de Lémenc. (1868.)

(Extraits de quelques livraisons des Mélanges dans les Archives, 1863, t. XVIII, p. 162; 1867, t. XXIX, p. 89; 1867, t. XXX, p. 113.)

Note sur une dent de l'étage aptien des environs d'Apt appartenant à un Notidanus non décrit. (Annales de la Soc. litt., scient. et artist. d'Apt, 1864.)

Note sur la succession des Mollusques gastéropodes pendant l'époque crétacée, dans la région des Alpes suisses et du Jura. (Archives, 1864, t. XXI, p. 5.)

Rapport fait à la session de 1869 à la Société helvétique des sciences naturelles sur l'état de la question relative aux limites de la période jurassique et de la période crétacée. (Archives, 1869, XXXVI, p. 224. — Actes de la Soc. helvétique des Sc. nat. Soleure, 1869, p. 149.)

Voyez, en outre, aux articles suivants de Critique scientifique dont plusieurs sont relatifs à la Paléontologie.

CRITIQUE SCIENTIFIQUE ET ANALYSES.

Notice sur les progrès de la zoologie pendant l'année 1832. (Bibl. univ. Sciences et Arts. Genève, 1833, t. LIII, p. 425.)

Introduction à l'entomologie de Th. Lacordaire. (Ibid., 1835, t. LVIII, p. 192.)

Résumé des recherches faites dans ces dernières années sur les monstruosités de l'homme et des animaux. (Bibl. Univ., 1839, t. XX, p. 366.)

Histoire naturelle de l'homme et des différentes races humaines, par le Dr Prichard. (Ibid., 1843, t. XLV, p. 358.)

Essai monographique sur les Clérites, par le marquis Spinola. (Ibid., 1845, t. LVII, p. 357.)

Observations sur les méthodes paléontologiques au sujet d'un mémoire de M. Agassiz intitulé : Iconographie des Coquilles tertiaires. (Archives, Genève, 1846, t. I, p. 61.)

Résumé de quelques découvertes récentes sur la circulation des Mollusques et sur une disposition particulière de leur canal alimentaire décrite sous le nom de Phlébentisisme. (Ibid., 1846, t. I, p. 250.)

Notes sur l'histoire naturelle du hareng et de quelques espèces voisines, telles que l'alose, la sardine, le whitebait, etc. (Ibid., 1848, t. VII, p. 22.)

Notice sur les fossiles découverts pendant l'été de l'année 1850, dans les Alpes bernoises, par M. Emile Meyret. (Ibid., 1850, t. XV, p. 177.)

Mémoire sur des ossements fossiles trouvés au Mormont, près La Sarraz (canton de Vaud), par MM. Philippe Delaharpe et C. Gaudin. (Ibid., 1853, t. XXII, p. 129.)

Histoire naturelle des insectes fossiles. Analyse et discussion de quelques travaux récents de M. O. Heer. (Ibid., 1853, t. XXII, p. 329.)

Zoologie et paléontologie françaises ou nouvelles recherches sur les animaux fossiles et vivants, par M. Paul Gervais. (Ibid., 1854, t. XXVI. p. 233.)

Sur la manifestation de la polarité dans la distribution des êtres organisés dans le temps, par M. Ed. Forbes. (Ibid., 1854, t. XXVII, p. 301.)

Essai sur les déformations artificielles du crâne, par M. L.-A. Gosse. (Ibid., 1855, t. XXX, p. 310.)

Débris d'animaux domestiques mélangés avec les fossiles postpliocènes dans la Caroline du Sud, par Fr.-S. Holmes. (Ibid., 1859, t. V, p. 37.)

Des silex taillés trouvés par M. Boucher de Perthes dans les dépôts diluviens du département de la Somme. (Ibid., 1859, t. VI, p. 353.)

De la question de l'homme fossile. (Bibl. Univ., partie littéraire, 1860, t. VII, p. 364.)

Sur l'origine de l'espèce, par Ch. Darwin. (Archives, 1860, t. VII, p. 233.)

Nouvelles recherches sur la coexistence de l'homme et des grands mammifères fossiles, par M. Lartet. (Ibid., 1861, t. XII, p. 203.)

Discussion de quelques points des méthodes paléontologiques au sujet d'un rapport de M. Agassiz sur l'arrangement des collections du musée de Cambridge. (Ibid., 1862, t. XV, p. 45.)

Note sur la découverte d'une mâchoire humaine fossile dans les graviers des environs d'Abbeville. (Ibid., 1863, t. XVII, p. 113.)

Nouveaux documents sur la question de l'antiquité de l'homme. (Ibid., 1863, t. XVII, p. 340; t. XVIII, p. 108.)

Considérations générales sur les mammifères qui ont habité la Grèce avant la fin de la période miocène. (Ibid., 1866, t. XXVI, p. 5.)

De la variation des animaux et des plantes sous l'action de la domestication, par M. Ch. Darwin. (Id., 1869, t. XXXIV, p. 41.)

Un grand nombre d'articles du Bulletin scientifique de la Bibliothèque universelle et des Archives, de 1831 à 1871.

DIVERS.

Nouvel itinéraire des vallées autour du Mont-Blanc, par J.-P. et F.-J. Pictet. (Genève et Paris, in-12, 1829.)

Notice sur Louis Agassiz (Album de la Suisse romande, 1847, t. V, p. 1.)

Rapports du Comité des Beaux-Arts (Procès-verbaux des séances annuelles de la Société pour l'avancement des Arts, 1849, t. V, p. 432; 1851, t. VI, p. 162; 1854, t. VI, p. 446.)

Rapport sur les travaux de la Société de physique, de juillet 1859 à juin 1860. (Mém. de la Soc de phys., 1860, t. XV, p. 483.)

Compte rendu de la quarante-septième session de la Société helvétique des sciences naturelles, réunie à Samaden les 24, 25 et 26 août 1863. (Archives, Genève, 1863, t. XVIII, p. 145.)

Un grand nombre de rapports administratifs et politiques publiés principalement dans le Mémorial du Grand Conseil de Genève.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

PHYSIQUE.

Denza. L'Aurore boréale du 4 février observée en Italie. (Note communiquée par l'auteur.)

L'Aurore du 4 février a paru sur toute la péninsule italienne, depuis les Alpes jusqu'à l'extrémité des Calabres, ainsi qu'en Sicile et à Malte. Toutes nos stations des Alpes me l'ont signalée; elle a surtout été splendide sur le Petit Saint-Bernard (2160 m.), sur le Col de Valdobbia (2458 m.) et aux pieds du Mont-Blanc et du Mont-Rosa.

J'ai reçu les relations d'un très-grand nombre de stations italiennes, mais les circonstances du météore ont été partout à peu près les mêmes que celles qu'on a observées ailleurs: c'est pour cela que je ne m'arrête pas à les décrire.

La lumière aurorale a été très-intense. Elle a partout dépassé le zénith, et s'est étendue vers le Sud, de sorte que l'on pouvait croire pendant quelques instants assister à la fois à une Aurore boréale et australe. Dans beaucoup de stations, comme dans la nôtre de Moncalieri, elle a offert toutes les apparences qui accompagnent ordinairement ces météores dans les régions du Nord. On a vu les rayons lumineux et obscurs se changer, alterner de mille manières et s'élever jusqu'au zénith; on a vu l'arc obscur et la splendide couronne, dont les rayons convergeaient vers le Taureau et firent un seul mouvement de l'Ouest vers l'Est, en se dirigeant ensuite vers l'Orion et plus tard vers le Monoceros; ce déplacement dérivait sans doute en partie de la rotation de la sphère céleste, en partie d'un mouvement oscillatoire de l'Aurore dans le sens du méridien.

L'Aurore a persisté à partir du crépuscule jusqu'à minuit. Dans quelques endroits on a observé des lueurs aurorales jusqu'à deux heures et même jusqu'à trois heures après minuit.

Je me suis occupé surtout de l'analyse spectrale de la lumière aurorale. Voici en peu de mots les résultats les plus importants de mes observations.

Dans la lumière blanche-verdâtre, qui resplendissait au Nord avec une forte intensité à l'Est du méridien magnétique, j'ai observé une bande brillante très-vive dans le jaune-vert du spectre, sur un fond obscur. La lumière était par conséquent monochromatique. Cette bande correspond à la raie 1246 de Kirchhoff, c'est-à-dire à la 5560 de Angström. Elle était très-brillante aussi dans les nuages blancs et verdâtres qui se formaient vers le Sud. Nous avons observé cette raie sur tout le ciel, même dans le zénith, quoique beaucoup moins splendide. On ne la voyait pas sur l'horizon sud. C'est la raie découverte par M. Angström dans l'Aurore boréale, que j'ai observée aussi en Sicile dans la couronne solaire pendant l'éclipse totale de soleil du 22 décembre 1870.

Cette raie a été vue aussi par le R. P. Secchi et par MM. Respighi et Donati.

Plus vers l'Ouest, c'est-à-dire plus près du méridien magnétique, aussi bien que dans le méridien même et un peu à l'Ouest de celui-ci, où la lumière aurorale était plus vive, et les rayons jaunes et rouges se développaient avec plus d'éclat, le spectre se montra continu, mais très-faible. Sur ce spectre continu, outre la raie 1246, j'en ai remarqué bien distinctement deux autres beaucoup moins vives que la première, mais très-nettes et persistantes. La première de ces deux raies se trouvait dans le vert-bleu, entre les deux 1818,7 et 1821,4 de Kirchhoff, et peut-être une de celles-ci; cette raie a été vue à peu près dans la même position par M. Respighi à Rome. La seconde se trouvait dans le bleu;

elle coïncidait avec la raie F de l'hydrogène et a été observée aussi par M. Donati à Florence.

Entre ces deux raies persistantes j'en ai remarqué parfois plusieurs autres très-faibles et bien peu persistantes, dont il m'a été impossible de déterminer la position. Dans le jaune-rouge je n'ai pas vu les raies rouges qui ont été observées par le P. Secchi à Rome et M. Donati à Florence.

J'ai aussi, avec un bon polariscope de Savart, distingué des traces de polarisation dans la lumière aurorale.

Les perturbations ont été partout très-intenses dans les instruments magnétiques, qui en beaucoup d'endroits, à Florence, Livourne, Aoste, etc., ainsi qu'à Moncalieri, sont sortis de leurs échelles entre 4 heures et 5 heures du soir. Nous n'avons pu commencer à enregistrer les indications du déclinomètre qu'à 6 h. 11 m., car en ce moment seulement il est revenu dans l'échelle. Les observations ont été faites de 5 en 5 minutes, et ont été continuées pendant toute la nuit. L'excursion entre le maximum de déclinaison ouest (à 6 h. 51 m.) et le minimum est (à 8 h. 1 m.) a été de 1° 45′, à peu près comme dans les autres stations italiennes.

L'électricité atmosphérique a été fort abondante pendant l'Aurore; et les fils télégraphiques ont éprouvé des perturbations sur toute la péninsule, ainsi qu'il résulte des rapports qui m'ont été gracieusement adressés par la Direction générale des télégraphes et la Direction compartimentale de Turin.

Le météore était accompagné, comme d'habitude, d'un fort courant polaire, qui a rendu l'atmosphère froide et humide, et a changé la saison, qui est encore mauvaise.

Nous avons observé aussi des étoiles filantes qui sillonnaient le ciel pendant l'apparition aurorale, mais c'était une coïncidence tout à fait accidentelle.

Je ferai remarquer que dans cette même soirée du 4 une faible secousse ondulatoire de tremblement de terre a été indiquée par les sysmographes de Moncalieri et de Florence,

et ce n'est certes pas la première fois que les tremblements de terre accompagnent les belles Aurores polaires. La direction du mouvement était de OSO. à ENE.

Les phénomènes solaires n'ont pas fait défaut non plus. Pendant les jours qui précédèrent immédiatement l'Aurore, le soleil s'est montré couvert de beaucoup de taches, quoique la plupart petites et superficielles. Voici les résultats des observations faites dans l'Observatoire de Moncalieri du 15 janvier au 17 février :

Jours.	Groupes.	Trous.
Janvier 15	7	35
27	4	35
30	5	83
31	6	87
Février 1	6	81 environ.
2	10	116
3	10	113
4	9	100 environ
5	8	98
6	9	94
7	8	96
17	4	27 environ.

Nos dessins journaliers des taches solaires sont faits aussi dans le but d'évaluer la surface occupée par elles, mais nous n'avons pas encore calculé les observations.

Le 3 février la chromosphère solaire était agitée et anormale. De 10 h. à 11 h. du matin, j'ai observé sur le bord du soleil, entre plusieurs petites protubérances, une belle éruption dont la hauteur était à peu près de 3 minutes d'arc; elle se trouvait à 112°—114° du Nord. Dans les jours suivants je n'ai pas pu faire d'observations spectroscopiques.

Il est important de remarquer que la splendide Aurore du 4 février avait été précédée par deux autres phénomènes auroraux, les soirs du 30 janvier et du 2 février, dont le

premier a été vu à Volpeglino près de Tortona (Piémont), et le second à l'Observatoire royal de Modène.

Après le 4, l'aiguille aimantée a continué à être agitée, surtout le soir, chez nous comme ailleurs. Une lumière uniforme et rougeâtre a été notée par moi-même, surtout au Nord, dans la soirée du 5 et celle du 6 : elle a été également observée le 5 à Rome par M. le professeur Respighi.

Dans la soirée du 8 une autre apparition aurorale a été observée à Aoste, dans la vallée du Mont-Blanc, par le R. P. Volante, de 7 $^1/_2$ h. à 9 h. Cette lumière fut aussi remarquée par M. le professeur Garibaldi à l'Observatoire de Gênes où elle s'est reproduite dans la soirée du 9.

Le soir du 10 une nouvelle apparition aurorale a été observée à Volpeglino par le R. D. Maggi : elle a acquis sa plus grande splendeur vers 6$^1/_2$ h. : à ce moment une lumière rougeâtre et uniforme s'étendait sur l'horizon au Nord sur une ligne de plus de 80 degrés de longueur et 11 de hauteur, malgré la vapeur et les nuages qui voilaient le ciel.

Le soir du 17, une lumière blanchâtre a été observée vers le Nord à Moncalieri. Le 26, tandis qu'une forte dépression barométrique traversait la péninsule, une belle apparition aurorale fut observée à Mondovi par le R. professeur Bruno et à Moncalieri de 7 h. à 9 h. du soir. La lumière s'étendait jusqu'au Céphée d'un côté, et aux Pléïades de l'autre. A 8 heures la voûte céleste devint splendide presque sur tout l'horizon depuis l'Ouest jusqu'au Nord-Ouest par le Nord.

Le soir du 27 un dernier phénomène auroral a été vu à Gênes, Alexandrie et Volpeglino, depuis 7 heures jusqu'au lever de la lune. On voyait une belle lumière blanchâtre à 25° à l'Est et à l'Ouest du méridien magnétique et sur une hauteur de 35°.

La lumière zodiacale, vue en janvier avant l'aurore du 4, a reparu les jours suivants et pendant tout le mois de février. Elle a été parfois très-splendide, et on l'a signalée dans un grand nombre de nos stations piémontaises. J'ai essayé de

l'analyser au moyen du spectroscope, mais toujours en vain.

Les halos lunaires ont été très-fréquents pendant le mois de février et les soirs du 19 et 20 deux de ces météores ont été vus dans toutes les stations du Piémont, même sur les Alpes au Col de Valdobbia près le Mont-Rosa et sur le Petit Saint-Bernard, près du Mont-Blanc. On les a signalés aussi à Gênes, à Florence et ailleurs.

Les instruments magnétiques ont été très-souvent agités à Moncalieri, Gênes, Aoste, Florence, etc., etc.

H.-C. Vogel. Recherches sur le spectre de l'Aurore boréale. (*Comptes rendus de la Société royale de Saxe.*)

Ces observations ont été faites sur les nombreuses Aurores boréales qui ont eu lieu dans les hivers de 1870 et 1871.

L'auteur remarque qu'on n'est point parvenu jusqu'ici à établir un rapport entre le spectre de l'Aurore boréale et ceux que donnent les gaz qui composent l'atmosphère, d'où il semble qu'on devrait renoncer à considérer l'Aurore boréale comme résultant d'une décharge électrique qui s'opère à une grande hauteur dans l'atmosphère autour du pôle.

M. Zöllner, il est vrai, a cherché à établir que ces deux faits ne sont pas inconciliables en admettant que le spectre fourni par l'Aurore boréale est d'un ordre différent de ceux que donnent les gaz atmosphériques dans les tubes de Geissler [1].

Les observations de M. Vogel et de M. Lobse ont de leur côté, confirmé, comme on le verra, l'interprétation électrique du phénomène. Ces observations ont été faites au moyen d'un spectroscope à vision directe adapté au grand équatorial de Bothkamp. Après avoir déterminé avec cet appareil la position de cent lignes environ du spectre so-

[1] Voyez *Archives des Sciences phys. et natur.*, mai 1871, tome XL, p. 276.

laire, et les avoir comparées avec les longueurs d'ondes données par ces raies dans l'Atlas d'Angström, M. Vogel a réussi à déduire directement de la déviation angulaire observée, la longueur d'onde d'une raie quelconque.

Voici maintenant le résultat de ses observations sur plusieurs Aurores.

Aurore du 25 octobre 1870. — Aurore très-brillante donnant dans la partie où elle présentait le plus d'éclat une ligne très-brillante entre D et E, et en outre plusieurs lignes bleues s'étendant jusqu'au milieu de l'espace compris entre *b* et F.

Aurore du 11 février 1871. — Apparition dans la direction du Nord-Ouest d'un arc normal présentant une teinte verdâtre et entourant un segment obscur. On a vu de nouveau au spectroscope la ligne entre D et E avec une longueur d'onde de $0^{mm},0007552$. Avec un spectroscope de Browning moins dispersif on a observé, comme précédemment, une série de lignes bleues. A minuit l'Aurore atteignit un plus grand éclat ; de magnifiques rayons, présentant la même teinte verdâtre que l'arc lui-même, s'élevaient jusqu'à 60° de hauteur. Deux nouvelles Aurores donnèrent pour la ligne brillante la même longueur d'onde que précédemment.

Aurore du 12 février 1871. — Le spectre présente une apparence très-différente de celle de la veille. Une lumière verte continue s'étendait depuis la ligne brillante jusqu'à la ligne *b;* ce fond lumineux était traversé par quelques lignes brillantes ; il y avait de plus une ligne isolée entre *b* et F ; au delà de F dans le bleu une raie brillante. Les rayons de l'Aurore qui apparurent plus tard et qui étaient teintés en rouge à leurs extrémités, donnèrent en outre une raie rouge très-intense entre C et D, mais plus rapprochée de C.

Aurore du 9 avril 1871. — Exceptionnellement brillante, surtout dans les premières heures du matin et qui présentait de superbes rayons rouges jusqu'au zénith. Même spectre que celui de l'Aurore du 12 février avec plus d'éclat, de manière que la position des raies put être déterminée avec soin.

La partie la plus brillante de l'Aurore près du segment obscur donnait un spectre composé de cinq lignes dans le vert et d'une bande dans le bleu. Les jets rouges présentaient sept lignes. Nous ne transcrivons pas ici tous les chiffres qui représentent la longueur d'ondulation pour chaque ligne ; nous nous bornons à dire que la longueur d'onde de la ligne la plus brillante était de $0^{mm},000569$, puis de $0^{mm},0005004$ pour une ligne très-brillante. Une large bande lumineuse avait à son premier bord une longueur d'onde de $0^{mm},0004694$, au milieu moins éclairée elle était de $0^{mm},0004663$, et au bord le plus réfrangible de $0^{mm},000462$.

M. Vogel, après les observations dont nous venons de donner le résumé, passe à l'exposition de nombreuses expériences qu'il a faites pour trouver une analogie entre le spectre fourni par les gaz atmosphériques et celui de l'Aurore boréale. Il a cherché, pour mieux établir la comparaison, à déterminer les raies des spectres de l'oxygène, de l'hydrogène et de l'azote renfermés dans des tubes de Plücker. Il a fait les mêmes expériences sur l'air atmosphérique dans différentes conditions. Pour obtenir des gaz incandescents à une température relativement basse, comme cela a lieu dans l'Aurore boréale, il a employé des courants d'induction de peu d'intensité, de manière à n'avoir qu'une faible lueur continue.

Voici les conclusions auxquelles il a été conduit :

La première bande rouge du spectre de l'Aurore coïncide selon toute probabilité avec un groupe de lignes rouges du spectre fourni par la portion capillaire d'un tube de Plücker à azote. On n'aperçoit probablement dans le spectre de l'Aurore que la partie la plus lumineuse de ce groupe, et le déplacement que le milieu de cette bande subit dans ce spectre vers sa portion la plus réfrangible, paraît devoir s'expliquer par ce fait que l'intensité lumineuse de ce groupe de raies de l'azote va en augmentant lorsqu'on passe des rayons moins réfrangibles aux plus réfrangibles. La ligne la

plus intense de l'Aurore se retrouve, quoique avec une faible intensité, chez l'azote Son isolement complet et son grand éclat dans le spectre de l'Aurore s'expliquent suffisamment par l'extrême variabilité des spectres des gaz avec la pression et la température. La troisième ligne de l'Aurore qui, vu son faible éclat, n'a pu être déterminée que d'une manière approximative, coïncide également avec une ligne de l'azote. La ligne de l'Aurore dont la longueur d'onde a été évaluée à $0^{mm},0005233$, se retrouve dans le spectre de l'azote comme dans celui de l'air. La troisième ligne du spectre de l'oxygène, qui semble se produire dans des circonstances très-différentes, constitue la cinquième ligne du spectre de l'Aurore. En outre la ligne $0^{mm},0005004$ de l'Aurore coïncide très-exactement avec la ligne bien connue de l'azote fournie également par les spectres de quelques nébuleuses. Quant à ce qui concerne la large bande lumineuse comprise entre $0^{mm},0004694$ et $0^{mm},0004629$, on retrouve à la même place aussi bien dans le spectre de l'azote que dans celui de l'air atmosphérique, plusieurs lignes assez marquées pour qu'on puisse considérer comme très-probable la coïncidence du spectre de l'Aurore avec celui de l'air.

Il résulte de cette comparaison que la ligne $0,^{mm}0005004$ de l'Aurore coïncide exactement avec celle du maximum d'intensité du spectre de l'air, et que les autres se retrouvent presque exactement dans les spectres des gaz atmosphériques. Les modifications considérables que subissent les spectres des gaz avec la pression et la température, empêcheraient probablement de produire artificiellement un spectre qui soit de tous points identique avec celui de l'Aurore. En effet, si l'on considère l'Aurore comme le résultat d'une décharge électrique à travers les couches supérieures très-raréfiées de l'atmosphère, on est obligé d'admettre que cette décharge s'opère sur une série de couches superposées d'une très-grande épaisseur.

Comme la pression varie de l'une de ces couches à l'autre,

chacune d'elles donne dans une certaine mesure un spectre qui lui est propre, et ce que nous percevons c'est la somme de ces différents spectres échelonnés, pour ainsi dire, les uns derrière les autres. Cet effet ne peut pas être réalisé artificiellement. C'est ce que M. Zöllner a déjà signalé avec plus de détails dans le travail auquel nous avons fait allusion plus haut.

W. de Bezold. Ueber das Bildungsgesetz, etc. Sur la loi de formation des figures de Lichtenberg. (*Pogg. Annalen*, tome CXLIV, p. 337 et p. 526.)

Dans un long travail qui fait suite à celui qu'il a publié sur le même sujet en 1870[1], M. de Bezold recherche dans quelle mesure les figures de Lichtenberg varient, soit pour leur forme soit pour leurs dimensions, avec les conditions dans lesquelles elles se produisent. Il a étudié l'influence du mode de décharge, de la quantité d'électricité et de sa tension, de l'épaisseur du carreau d'épreuve, soit plaque isolante sur laquelle les figures se produisent, de l'armature dont il est muni ainsi que l'influence de la nature de la substance isolante dont est fait ce carreau d'épreuve, l'influence de la densité de l'air, celle d'actions électrostatiques en y comprenant l'action réciproque de deux figures voisines. Il a étudié de plus les mouvements des liquides pondérables qui présentent des phénomènes analogues aux figures de Lichtenberg et donne en terminant l'hypothèse la plus rationnelle selon lui pour expliquer la formation de ces figures.

Les principaux résultats de ce travail sont les suivants : Le caractère d'une figure de Lichtenberg dépend avant tout du mode de décharge. Avec des décharges positives simples on obtient des types de figure différents suivant le temps qu'a pris leur formation. Des décharges rapides produisent des

[1] *Poggend. Annalen*, tome CXL, p. 145 ; *Archives*, tome XXXIX, p. 372.

figures régulières formées de rayons rectilignes égaux en longueur, tandis que toutes les circonstances qui retardent la décharge occasionnent des irrégularités dans la figure.

Les dimensions des figures de Lichtenberg augmentent avec la tension de l'électricité sur le conducteur que l'on met en relation avec l'armature du carreau d'épreuve.

L'épaisseur de la plaque isolante et la grandeur de l'armature n'exercent qu'une influence secondaire sur les dimensions de la figure; celle-ci est cependant plus grande sur une plaque de moyenne épaisseur que sur une plaque très-mince ou très-épaisse. La grandeur de l'armature n'exerce d'influence que lorsque ses dimensions sont égales à celles de la figure ou plus petites.

La grandeur et le caractère des figures de Lichtenberg ont été trouvés les mêmes, toutes circonstances égales d'ailleurs, sur toutes les substances isolantes de natures différentes sur lesquelles on a opéré, pourvu qu'elles n'eussent pas une structure cristalline anisotrope. La nature particulière de la matière qui constitue la plaque isolante agit seulement sur la régularité et la fixité des images.

Sur le bois il se produit des figures elliptiques, comme sur les cristaux, mais le grand axe de l'ellipse est ici perpendiculaire sur la direction de la plus grande conductibilité calorifique.

Les dimensions des figures sont inversément proportionnelles à la densité de l'air.

Les figures sont soumises à des actions électrostatiques, la figure positive et l'anneau circulaire sans poussière le sont beaucoup plus que la portion centrale de l'image négative.

Si l'on exécute ces expériences dans l'obscurité, on voit apparaître des figures lumineuses identiques comme formes à celles qu'on obtiendra l'instant d'après en saupoudrant de poussière le corps isolant.

Comme c'est la nature du gaz dans lequel s'accomplit la décharge et l'état dans lequel il se trouve qui influent le

plus sur les figures de Lichtenberg, M. de Bezold pense qu'on doit attribuer les diverses variétés de forme de ces figures aux différents mouvements qui se produisent dans la couche gazeuse recouvrant la plaque isolante.

En faisant écouler un liquide par un tube mince étiré en pointe sur une surface de ce même liquide, ou en soutirant un liquide par une pointe effilée qui touche sa surface, on observe des apparences qui sont tout à fait analogues aux figures de Lichtenberg. De petits corpuscules nageant sur la surface du liquide se disposent de manière à couvrir dans le premier cas une surface circulaire et à former dans le second une étoile. Cela conduit l'auteur à supposer que dans le cas de la décharge positive il se produit un mouvement allant de la plaque isolante à la pointe qui la surmonte, dans le cas d'une décharge négative un mouvement allant de cette pointe à la plaque. Lorsque c'est l'électricité positive qui se décharge sur une plaque, le déplacement des particules gazeuses électrisées aurait lieu de dehors en dedans sur la surface isolante; dans le cas d'une décharge négative il aurait lieu de dedans en dehors, de l'aiguille par laquelle s'écoule l'électricité au pourtour de la figure sur la plaque isolante.

CHIMIE.

F.-W. Krecke. Décomposition du chlorure de manganèse. (*Journal für praktische Chemie.* Neue Folge, V, p. 105.)

M. Krecke signale de singuliers phénomènes de coloration que lui a présentés la dissolution du chlorure de manganèse. Lorsque cette dissolution ne renferme que 15 p. 100 de sel, sa couleur rose ne change pas par la chaleur. Si la proportion s'élève à 20 p. 100, la dissolution rose à froid prend

une couleur jaune au delà de 70°. Enfin, pour une proportion de 37 p. 100 de sel, la couleur, toujours rose à froid, se change entre 70° et 100° en une couleur verte semblable à celle des dissolutions concentrées de nickel. La couleur rose reparaît par le refroidissement.

Tant que la liqueur ne prend que la couleur jaune, l'analyse montre que les proportions de manganèse et de chlore n'ont pas varié. Lorsqu'elle a pris la couleur verte, l'analyse constate qu'il y a eu dégagement d'acide chlorhydrique ; la perte de chlore est d'environ 1,6 p. 100.

Toutefois ce phénomène de coloration ne paraît point lié à ce changement dans la composition chimique, puisque la couleur redevient rose par le refroidissement. L'auteur a d'ailleurs constaté que le chlorure de manganèse cristallisé et rose donne, en se dissolvant dans l'alcool absolu, une dissolution verte même à la température ordinaire. Cette coloration n'est donc due qu'à une déshydratation.

Note de la rédaction. — Les faits relatifs à la coloration des sels de manganèse ont fait si souvent l'objet des recherches d'un grand nombre de chimistes, qu'il me paraît impossible d'admettre que les singuliers changements de couleur observés par M. Krecke eussent toujours échappé à leur attention, s'ils étaient constants. Faut-il les attribuer à l'existence d'une modification allotropique dont ces sels seraient susceptibles, comme Berzélius l'avait supposé pour expliquer l'affirmation de chimistes éminents et des plus consciencieux, d'après laquelle ces sels seraient parfois absolument incolores ? Pour moi je serais plus disposé à en voir la cause dans la présence de quelque oxyde étranger, peut-être de l'oxyde de cobalt qui se rencontre si fréquemment dans le minérai de manganèse.

Après avoir lu le mémoire de M. Krecke, j'ai essayé de répéter ses expériences sur une dissolution de chlorure de manganèse saturée et parfaitement pure, et l'ayant concen-

trée par l'ébullition jusqu'à précipitation de la majeure partie du sel, je n'ai pu apercevoir aucun changement dans sa coloration. C. M.

G. Wunder et A. Knop. Sur la nature des produits cristallisés obtenus par la fusion de l'acide stannique et de l'acide titanique avec le sel de phosphore et le borax.

Divers oxydes métalliques, et particulièrement l'acide titanique et l'acide stannique, fondus au chalumeau avec le sel de phosphore ou le borax, donnent naissance à des perles transparentes qui, pour une proportion suffisante de l'oxyde métallique, se troublent par le refroidissement ou lorsqu'on les soumet à des alternatives répétées de fusion et de refroidissement par l'opération désignée sous le nom de *flamber*. Ce caractère a été décrit par Berzélius comme servant à reconnaître ces oxydes.

M. Gust. Rose a étudié de nouveau cette réaction en 1867[1]. Il l'attribuait à la cristallisation de l'acide titanique dans le sel en fusion ; il décrivit avec beaucoup de soin les formes, observées sous le microscope, des cristaux obtenus, et constata que suivant les circonstances on obtenait des produits de diverses formes, les uns en octaèdres aplatis à base carrée, les autres en prismes carrés souvent géniculés, qu'il considéra comme identiques avec l'acide titanique naturel sous ses deux modifications les plus fréquentes, l'anatase et le rutile.

M. Gust. Wunder[2] annonça plus tard la découverte de faits

[1] *Comptes rendus de l'Acad. des Sciences de Berlin*, 1867, p. 129 et 450.

[2] Sur l'isotrimorphisme de l'oxyde d'étain et de l'acide titanique, et sur la forme cristaline de la zircone. (*Journal für praktische Chemie*. Neue Folge, II, p. 206.)

analogues relatifs à l'acide stannique et à la zircone. Suivant lui, l'acide stannique cristallise dans le borax en prisme carré, c'est-à-dire sous la forme commune au rutile et à l'étain oxydé naturel, et dans le sel de phosphore sous la forme octaédrique analogue à celle de l'anatase. On sait d'ailleurs que le chlorure d'étain, décomposé au rouge par la vapeur d'eau, donne un acide stannique cristallisé sous la forme de la brookite; il y a donc isomorphisme de l'acide stannique et de l'acide titanique sous trois formes distinctes.

La zircone donne également, dans le sel de phosphore, des cristaux qu'il avait d'abord considérés comme cubiques, mais qu'il a reconnus plus tard appartenir au système prismatique carré et qui très-probablement correspondent à la forme de l'anatase. Avec le borax, la zircone produit des cristaux qui ne ressemblent point à ceux que produisent, dans les mêmes circonstances, l'acide titanique et l'acide stannique. Ce sont des lames rhomboïdales dont la détermination n'a pu être faite exactement, mais qui pourraient probablement se rapporter à la troisième forme de l'acide titanique naturel, celle de la brookite.

Jusque-là ces expériences n'avaient été faites que par des essais au chalumeau. On comprend aisément que l'on ne peut obtenir ainsi que des cristaux microscopiques, dont les formes ne peuvent être déterminées que d'une manière approximative, et dont on ne peut constater suffisamment la véritable nature, ni par l'analyse, ni par une comparaison exacte de leurs propriétés physiques.

M. A. Knop [1] a le premier cherché à reproduire ces cristallisations sur une plus grande échelle en fondant l'acide titanique avec le borax ou le sel de phosphore dans des creusets au moyen d'un fourneau à gaz de Perrot. Avec le borax il a obtenu facilement l'acide titanique en cristaux prisma-

[1] *Annalen der Chemie und Pharmacie*, CLVII, p. 363.

tiques, offrant souvent le groupement caractéristique des cristaux de rutile. Avec le sel de phosphore, il a obtenu des cristaux en petites tables atteignant jusqu'à un tiers de millimètre, d'un éclat adamantin et d'un jaune de miel. Il n'a pas réussi à en déterminer la forme, mais l'examen optique rend probable une forme rhombique. D'ailleurs leur densité de 2,9 ne permet pas de les confondre avec l'anatase dont la densité s'élève à 3,9 Pour en déterminer la nature, l'auteur les a fondus avec du carbonate de potasse qui les attaque facilement, et il a reconnu la présence de l'acide titanique et de l'acide phosphorique. Son analyse l'a conduit à représenter la composition de ces cristaux par la formule $3\,TiO^2, Ph^2O^5$.

Dans un mémoire plus récent [1], M. Knop a étendu ses recherches à d'autres oxydes métalliques pour lesquels il a obtenu des résultats analogues aux précédents. Il a renoncé à l'emploi du fourneau à gaz à cause de la trop grande uniformité de la température. On obtient des résultats plus avantageux en chauffant au moyen d'un chalumeau à gaz le creuset de platine contenant l'oxyde métallique et le fondant. Lorsque l'oxyde est entièrement dissous, on dirige le dard du chalumeau de manière à chauffer très-fortement la face antérieure du creuset; il en résulte un mouvement circulatoire de la masse fondue, par suite duquel les cristaux se forment et grossissent peu à peu du côté le moins échauffé. On peut, après le refroidissement de la masse, en extraire les cristaux en la traitant par l'eau et les acides et se débarassant par lévigation des parties les plus fines ou amorphes. On peut aussi, en plongeant dans la masse en fusion un fil de platine formant un anneau, en retirer une portion qui reste fixée dans l'anneau sous forme d'une lame mince, et se prête parfaitement à l'examen microscopique des cristaux qu'elle renferme.

Les expériences de M. Knop ont porté sur l'acide stanni-

[1] *Annalen der Chemie und Pharmacie*, CLIX, p. 36.

*

que, sur la zircone et cette partie de la zircone que M. Svanberg a considérée comme une nouvelle terre et désignée par le nom de *norine*, et sur l'acide niobique. Dans tous les cas les cristaux obtenus avec le borax ont été formés uniquement de l'oxyde métallique employé, tandis que les cristaux produits dans le sel de phosphore sont des combinaisons de ces oxydes avec l'acide phosphorique. M. Knop a bien reconnu la présence d'un peu de soude dans ces cristaux, tels qu'on les extrait de la masse fondue et refroidie en la traitant par l'eau et les acides, mais il considère sa présence comme accidentelle, soit parce que sa proportion lui a paru variable, soit parce qu'il a pu la séparer de ces cristaux en les traitant par l'acide phosphorique en fusion qui ne les attaque que superficiellement.

L'acide stannique donne, dans ces circonstances, des cristaux en parallélipipèdes rectangulaires, agissant plus ou moins distinctement sur la lumière polarisée; ils n'ont guère en moyenne que $\frac{1}{350}$ de millimètre. Lorsque l'acide stannique est en grand excès, on obtient des cristaux plus gros, en octaèdres carrés et basés, atteignant $\frac{1}{10}$ de millimètre. Ils ressemblent tout à fait à l'anatase, la mesure au moyen du goniomètre microscopique s'accorde bien avec l'angle de l'anatase de 136° 36′ pour l'angle à la base de la pyramide carrée.

L'analyse de ces cristaux a donné des résultats représentés par la formule $2\,SnO^2, Ph^2O^5$ pour les cristaux de forme pyramidée, et variant de SnO^2, Ph^2O^5 à $3\,SnO^2, Ph^2O^5$ pour ceux de forme rectangulaire. Les premiers offraient une densité de 3,87 à 3,98, les derniers de 3.61.

La zircone et la norine se sont comportées d'une manière identique et ont donné, avec le sel de phosphore, des cristaux microscopiques rectangulaires, agissant très-faiblement sur la lumière polarisée et d'une pesanteur spécifique de 3,12 et 3,14. Leur composition, abstraction faite d'une petite

quantité de soude accidentelle et très-variable, serait représentée par les formules ZrO^2, Ph^2O^5 et NrO^2, Ph^2O^5.

L'acide niobique ne donne pas de cristaux avec le sel de phosphore. Il produit avec le borax des cristaux microscopiques, d'une densité de 4,31, d'apparence cubique, et que M. Knop est disposé à considérer comme appartenant réellement au système cubique, bien qu'ils exercent une action sensible sur la lumière polarisée, action qui devrait dans ce cas être attribuée à un phénomène de polarisation lamellaire. M. Nordenskiold avait décrit ces cristaux comme rhombiques et atteignant une densité de 5,2 à 5,48. M. Knop suppose que ces données s'appliquent à un acide renfermant de l'acide tantalique.

Les cristaux obtenus en fondant la zircone et la norine avec le borax, et extraits de la masse refroidie par l'eau et les acides, présentent une grande différence. Les premiers offrent tout à fait l'apparence de la brookite, tandis que les seconds paraissent se rapporter à la forme de l'anatase. Cependant l'examen microscopique du verre qui les renferme amène M. Knop à considérer ces cristaux comme identiques et ne différant que par le mode de groupement. En somme, ce savant ne trouve dans ses expériences aucune preuve en faveur de la différence admise par M. Svanberg entre la zircone et la norine.

Enfin M. G. Wunder[1] a repris de son côté ses expériences, en opérant aussi sur une plus grande échelle de manière à pouvoir soumettre à l'analyse les produits obtenus. Ses résultats s'accordent sur plusieurs points avec ceux obtenus par M. Knop, mais en diffèrent cependant quant à la nature des combinaisons phosphoriques dans lesquelles il considère la soude comme un élément essentiel.

De même que M. Knop il a constaté que les cristaux formés dans le borax sont uniquement constitués par l'oxyde

[1] *Journal für praktische Chemie.* Neue Folge, IV, p. 339.

métallique, tandis que ceux qui se produisent dans le sel de phosphore sont des combinaisons complexes.

L'acide stannique, fondu avec le sel de phosphore, donne naissance à deux sortes de cristaux : les uns en octaèdres carrés et basés, présentent exactement la forme de l'anatase et une composition exprimée par la formule Na^2O, SnO^2, Ph^2O^5; les autres, que l'on prendrait au premier abord pour des cubes, mais qui sont réellement des rhomboèdres très-voisins du cube, passant quelquefois à des tables hexagonales offrant un seul axe de double réfraction, sont représentés par la formule $Na^2O, 4SnO^2, 3Ph^2O^5$.

La séparation de ces produits microscopiques serait impossible, mais de nombreuses expériences ont amené l'auteur à pouvoir produire à volonté l'une ou l'autre forme. Les cristaux en pyramides carrées se forment surtout lorsqu'on emploie une forte proportion d'acide stannique dont la dissolution exige une calcination énergique et longtemps prolongée qui tend à volatiliser l'acide phosphorique et à faire passer le métaphosphate de soude à l'état de pyrophosphate ou même de phosphate basique. Leur production est également favorisée par l'addition de borax qui tend à produire la même transformation du phosphate de soude. Ces faits indiquant que la production de ce composé était liée à la présence du phosphate basique de soude, l'auteur a constaté que les cristaux rhomboédriques se changent en cristaux quadratiques quand on ajoute au verre qui les renferme du phosphate basique de soude, tandis que la transformation inverse peut être obtenue en ajoutant au verre un peu d'acide phosphorique ou de métaphosphate de soude. Ces réactions s'expliquent d'ailleurs très-naturellement par la formule suivante :

$$\underbrace{Na^2O, 4SnO^2, 3Ph^2O^5}_{\text{(Rhomboèdres.)}} + 3Na^2O, Ph^2O^5 = \underbrace{4\,(Na^2O, SnO^2, Ph^2O^5)}_{\text{(Pyramides.)}}$$

L'acide titanique, fondu avec le sel de phosphore, donne

naissance à des cristaux d'apparence cubique. M. Wunder a réussi à en obtenir dont les dimensions atteignaient près d'un millimètre; il a donc pu en déterminer exactement les angles au goniomètre à réflexion et constater que ce sont des rhomboèdres de 88°16′. Leur analyse l'a conduit à une formule analogue à celle des cristaux rhomboédriques obtenus avec l'acide stannique, $Na^2O, 4\,TiO^2, 3\,Ph^2\,O^5$.

Il a essayé vainement de produire, par l'addition de phosphate basique de soude, des cristaux analogues à la combinaison en cristaux quadratiques obtenue avec l'acide stannique.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

F.-A. Forel. Expériences sur la température du corps humain dans l'acte de l'ascension sur les montagnes. (*Bulletin de la Société de médecine de la Suisse romande*, 1871.)

On sait que dans l'état d'activité le muscle, tant qu'il n'est pas surmené, dégage une quantité de chaleur supérieure à celle qui est nécessaire au travail mécanique : le muscle se réchauffe.

L'organisme trouve donc dans la contraction musculaire elle-même, et sans aller la chercher ailleurs, une somme de chaleur ou, ce qui revient au même, de force suffisante pour compenser la dépense en effet mécanique.

Il était intéressant de connaître si dans le travail d'ascension des montagnes, à différentes altitudes, la chaleur produite par les muscles est capable de compenser les calories dépensées par le travail d'ascension, si, en un mot, la température normale du corps subit pendant l'acte d'ascension une variation de la normale.

MM. Marcet[1] et Lortet[2] ont cherché à résoudre ce problême en faisant de fréquentes observations de la température de leur bouche, au moyen de thermomètres très-sensibles, dans plusieurs ascensions et en particulier dans celle du Mont-Blanc.

Ces expérimentateurs sont tous deux arrivés à la conclusion que pendant l'ascension la température de la bouche s'abaisse de plusieurs degrés ; cet abaissement étant en raison directe de l'altitude, de la vitesse d'ascension et de l'état de jeune. Le mal des montagnes est accompagné d'un fort abaissement de température.

M. le professeur Forel, répétant ces expériences dans plusieurs ascensions faites à des altitudes moindres que celles qu'atteignirent MM. Marcet et Lortet, puisqu'il n'a pas dépassé l'altitude de la Cima di Jazzi (3818 mètres), est arrivé à des résultats diamétralement opposés : pour M. Forel, la température prise aussi dans la bouche s'est généralement élevée au lieu de s'abaisser pendant l'ascension.

M. Forel voit la preuve d'une erreur d'observation commise par M. Marcet et M. Lortet, dans le fait que ces expérimentateurs avancent que, au moment d'un arrêt fait dans l'ascension le thermomètre reprend immédiatement la température normale du corps, ce qui nécessite la précaution d'observer pendant l'ascension même. Or, comme le remarque M. Forel, les phénomènes chimiques qui se passent dans le corps humain, quelque intenses qu'ils puissent être pendant l'ascension, sont tout au plus capables, d'après les calculs d'Helmholtz, d'élever la température du corps d'un dixième de degré pendant une minute. « Il ne peut donc y avoir, dit

[1] Dr W. Marcet, Observations sur la température du corps humain à différentes altitudes à l'état de repos et pendant l'acte de l'ascension. *Archives des Sciences phys. et natur.*, 5me série, 1869, tome XXXVI, p. 247.

[2] Dr L. Lortet, Deux ascensions au Mont-Blanc en 1869. Recherches physiologiques sur le climat des montagnes. Paris, 1869.

« M. Forel, au moment de l'arrêt, une élévation de tempéra-
« ture aussi considérable que celle que décrivent MM. Lortet
« et Marcet. Il y a là, si je ne me trompe, l'indication d'une
« erreur dans l'expérimentation de mes honorables prédé-
« cesseurs. »

M. Forel n'arrive pas à se rendre compte de la cause des différences qu'offrent ses résultats avec ceux de MM. Lortet et Marcet; il se demande si elle ne se trouverait pas dans l'épuisement de l'organisme produit chez ces expérimentateurs par des marches prolongées à très-grandes altitudes. Cette explication ne le satisfait cependant pas.

Quoi qu'il en soit, les divergences mêmes de ces expérimentateurs sont intéressantes à signaler. Nous ne doutons pas que de nouvelles recherches faites en variant les procédés ne donnent une solution plus satisfaisante à ce problème physiologique. M. Forel nous le fait déjà entrevoir dans sa publication; pour lui, l'observation de la température de la bouche est défectueuse : il est très-difficile, en effet, d'arriver à fermer hermétiquement cette cavité pendant les efforts de l'ascension, qui nécessitent une abondante entrée d'air dans les poumons. C'est là une cause d'erreur que M. Forel se propose d'éviter en changeant dans une autre série d'expériences ce mode d'observation.

Les expériences de M. Forel l'amènent aux conclusions suivantes :

« I. La méthode de mensuration dans la bouche n'a pas
« une précision suffisante pour l'étude de l'influence des
« mouvements musculaires sur la température générale du
« corps.

« II. L'acte de l'ascension amène normalement une élé-
« vation de la température du corps de quelques dixièmes
« de degré.

« III. Je réserve mon opinion au sujet de l'effet sur la ca-
« lorification du corps :

« 1° De l'ascension prolongée pendant un nombre « d'heures considérable;

« 2° De l'ascension dans l'état de jeune ;

« 3° De l'ascension dans l'état physiologique connu sous « le nom de mal des montagnes.

« VI. Dans le repos qui suit l'acte de l'ascension, la tem- « pérature du corps s'abaisse en tendant à reprendre sa hau- « teur normale.

« V. L'élévation de température due aux mouvements « musculaires prolonge son influence pendant un temps plus « ou moins long.

« VI. La température du corps s'élève pendant l'acte de la « descente. »

Dr P.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE MARS 1872.

Le 3, gelée blanche le matin, minimum + 1°,2.
4, id. id. brouillard dans la matinée.
5, forte gelée blanche le matin.
6, id. id.
8, à 4 h. après midi halo solaire.
10, 11 et 12, bise assez forte dans la soirée du 10, dans l'après-midi du 11 et dans la matinée du 12.
14, gelée blanche le matin, minimum + 0°,2.
16, id. id.
17, id. id. minimum + 0°,8.
18, id. id. minimum + 0°,6.
22, id. id.
24, neige depuis la veille au soir et qui dure toute la journée mêlée de pluie, la hauteur maximum mesurée dans la matinée est de 6cm ; plus tard elle fondait à mesure qu'elle tombait et elle avait complétement disparu le lendemain.
27, gelée blanche le matin.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm
Le 4 à 10 h. matin	736,10
11 à 10 h. soir	727,53
17 à 8 h. matin	730,57
20 à 10 h. matin	723,37
23 à 8 h. matin	721,73
28 à 8 h. matin	727,31
31 à 10 h. soir	725,84

MINIMUM.	mm
Le 1er à 4 h. après m.	728,49
7 à 2 h. après m.	717,24
14 à 6 h. soir	715,20
19 à 4 h. après m.	719,45
22 à midi	716,12
24 à 10 h. soir	713,37
30 à 2 h. après m.	713,47

GENÈVE. — MARS 1872.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation en millièmes. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation en millièmes. Minim	Fract. de saturation en millièmes. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale.	Lamnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim.					mm.				°	°	
1	729,41	+ 3,79	+ 7,03	+ 4,20	+ 0,2	+14,4	4,47	—0,02	599	—189	390	840	...	...	SO. 1	0,49	5,1	— 0,5	104
2	731,70	+ 6,13	+ 6,61	+ 3,66	+ 4,5	+15,0	5,86	+1,35	816	+ 31	520	920	...	...	N. 1	0,61	5,0	— 0,5	105
3	734,83	+ 9,31	+ 6,09	+ 3,03	+ 1,2	+11,0	6,07	+1,54	849	+ 67	650	980	...	...	variable	0,39	—	—	106
4	735,38	+ 9,91	+ 4,33	+ 1,15	— 0,2	+11,0	5,52	+0,97	875	+ 96	640	960	...	...	N. 1	0,44	5,6	+ 0,1	106
5	733,55	+ 8,13	+ 4,31	+ 1,01	— 1,6	+11,1	4,51	—0,06	727	— 49	440	960	...	...	variable	0,02	5,7	+ 0,1	105
6	725,05	— 0,32	+ 4,57	+ 1,15	— 1,6	+11,1	4,38	—0,21	698	— 75	490	940	...	...	variable	0,30	5,7	+ 0,1	104
7	718,26	— 7,05	+ 7,40	+ 3,86	+ 4,8	+12,1	5,23	+0,62	698	— 72	440	820	...	..	variable	0,71	5,8	+ 0,1	104
8	720,52	— 4,73	+ 6,63	+ 2,97	+ 2,4	+12,4	5,04	+0,42	697	— 71	510	810	...	...	SO. 1	0,74	6,2	+ 0,5	104
9	723,32	— 1,87	+ 7,25	+ 3,47	+ 1,0	+12,9	5,22	+0,59	692	— 74	490	830	...	...	variable	0,79	6,2	+ 0,5	104
10	724,97	— 0,16	+ 7,21	+ 3,31	+ 3,4	+11,3	6,14	+1,50	805	+ 41	630	910	...	...	NNE. 1	1,00	—	—	105
11	726,05	+ 0,98	+ 6,98	+ 2,96	+ 3,7	+ 9,7	6,18	+1,53	822	+ 60	710	900	..	...	N. 2	1,00	6,5	+ 0 7	106
12	727,72	+ 2,71	+ 7,20	+ 3,05	+ 6,1	+10,0	5,91	+1,25	788	+ 28	700	820	...	...	N. 2	0,99	6,6	+ 0,7	106
13	723,64	— 1,31	+ 6,73	+ 2,45	+ 4,6	+10,9	4,80	+0,13	681	— 77	390	830	...	...	variable	0,21	6,7	+ 0,7	105
14	717,17	— 7,72	+ 5,97	+ 1,57	+ 0,3	+12,8	4,94	+0,26	709	— 47	370	950	..	..	SO. 1	0,59	6,7	+ 0,7	105
15	718,78	— 6,06	+ 5,32	+ 0,79	+ 1,2	+10,1	5,48	+0,79	819	+ 65	590	960	1 1	1	variable	0,46	6,7	+ 0,6	105
16	727,59	+ 2,78	+ 6,88	+ 2,22	— 0,1	+13,0	5,13	+0,42	696	— 56	470	980	...	...	N. 1	0,18	—	—	105
17	729,65	+ 4,87	+ 7,59	+ 2,81	+ 0 8	+15,2	4,69	—0,04	627	—123	350	940	...	...	variable	0,00	—	—	105
18	726,00	+ 1,25	+ 8,48	+ 3,57	+ 0,6	+16,2	5,04	+0,29	629	—119	340	930	...	...	SO. 2	0,57	7,3	+ 1,0	105
19	720,46	— 4,26	+ 3,87	— 1,17	+ 2 6	+ 6,9	4,86	+0,09	812	+ 66	670	950	7,8	12	SO. 2	0,97	6,8	+ 0,4	106
20	722,67	— 2,02	+ 2,14	— 3,03	+ 0,8	+ 5,9	2,90	—1,90	571	—173	390	720	...	...	NE. 1	0,72	6,4	+ 0,0	106
21	718,37	— 6,29	+ 1,53	— 3,77	— 1,7	+ 5,8	3,82	—1,01	756	+ 14	530	880	0,1	...	SO. 1	0,86	6,7	+ 0,2	106
22	717,58	— 7,05	+ 0,95	— 4,48	— 0,5	+ 4,3	3,97	—0,89	817	+ 77	540	960	1,9	4	SO. 2	0,81	6,4	— 0,2	106
23	720,76	— 3,84	+ 0,39	— 5,17	— 3,5	+ 4,5	3,72	—1,17	790	52	530	990	3,0	4	variable	0,69	6,5	— 0,2	106
24	715,51	— 9,06	+ 0,32	— 5,37	— 0,3	+ 2,5	4,86	—0,06	1000	+264	1000	1000	12,8	24	variable	1,00	6,5	— 0,2	106
25	715,41	— 9,13	+ 3,22	— 2,60	+ 0,4	+ 7,8	3,63	—1,32	656	— 78	400	940	...	...	S. 1	0,70	—	—	—
26	717,12	— 7,39	+ 4,55	— 1,41	— 1,0	+11,0	3,69	—1,29	561	—171	340	790	...	...	SO. 1	0,09	6,5	— 0,4	108
27	725,41	+ 0,93	+ 6,01	— 0,08	— 0,8	+14,6	4,26	—0,75	620	—110	250	780	...	...	variable	0,33	6,6	— 0,3	108
28	725,79	+ 1,33	+12,71	+ 6,48	+ 5,7	+18,2	5,48	+0,44	533	—195	380	629	...	...	OSO. 2	0,74	6,7	— 0,3	108
29	723,06	— 1,38	+13,43	+ 7,07	+ 8,4	+18,1	5,83	+0,76	539	—187	370	690	...	...	OSO. 2	0,89	7,3	+ 0,2	108
30	715,54	— 8,88	+12,68	+ 6,19	+ 5,2	+22,1	5,58	+0,48	558	—167	260	890	...	...	SO. 2	0,78	7,3	+ 0,2	111
31	722,58	— 1,83	+ 9,85	+ 3,22	+ 6,4	+18,2	5,81	+0,68	665	— 59	450	820	3,1	4	OSO. 2	0,59	—	—	115

MOYENNES DU MOIS DE MARS 1872.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	727,86	728,25	728,31	727,90	727,12	726,86	727,04	727,62	727,77
2e «	724,18	724,44	724,33	723,96	723,33	723 02	723 29	723,89	724,03
3e «	720,05	720,17	719,99	719,65	719,16	719,12	719,48	720,00	720,44
Mois	723,90	724,16	724,08	723,71	723,07	722,87	723,15	723,71	723,97
Température.									
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade	+ 1,93	+ 3,43	+ 6,96	+ 9,19	+11,06	+10,40	+ 8,95	+ 7,22	+ 5,75
2e «	+ 3,01	+ 4 22	+ 7,13	+ 9,04	+ 9,68	+10,00	+ 8,66	+ 6,92	+ 5,25
3e «	+ 2,47	+ 4,24	+ 7,25	+ 9,08	+ 9,96	+ 9,89	+ 7,85	+ 6,64	+ 5,32
Mois	+ 2,47	+ 3,97	+ 7,12	+ 9,10	+10,23	+10,09	+ 8,47	+ 6,92	+ 5,44
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	4,61	4,89	5,49	5,35	5,48	5,28	5,57	5,59	5,40
2e «	4,77	5,09	5,34	5,12	4,96	4,80	5,19	5,00	5,11
3e «	4,55	4,76	4,68	4,51	4,39	4,30	4,90	4,86	4,94
Mois	4,64	4,91	5,16	4,98	4,92	4,78	5,21	5,14	5,14
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade	866	832	739	623	566	567	655	735	785
2e «	837	815	702	610	555	524	623	669	763
3e «	779	767	628	543	519	501	631	680	743
Mois	826	803	688	590	546	530	636	694	763

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	°	°		°	mm	cm
1re décade	+ 1,41	+12,23	0,55	5,66	0	104,7
2e «	+ 2,06	+11,07	0,57	6,71	8,9	105,4
3e «	+ 1,66	+12,71	0,68	6,69	20,9	108,2
Mois	+ 1,71	+11,62	0,60	6,37	29,8	106,1

Dans ce mois, l'air a été calme 5,02 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,69 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 87°,6 O., et son intensité est égale à 25,90 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE MARS 1872.

Le 2, brouillard presque tout le jour, avec un peu de neige qui n'a pas pu être mesurée.
4, brouillard le matin, clair depuis midi.
6, brouillard le soir.
7, 8, 9, 10, 11, brouillard tout le jour.
14, brouillard le soir.
15, brouillard une partie de la journée.
19, 20, 21, 22, brouillard tout le jour.
23, brouillard le soir.
24, 25, brouillard tout le jour.
30, 31, id. id.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 3 à 10 h. soir	570,47	Le 1 à 6 h. matin	564,98
9 à 10 h. soir	564,30	7 à 6 h. matin	559,49
17 à 10 h. soir	565,78	14 à 8 h. soir	553,58
23 à midi	555,31	21 à 4 h. après m.	551,12
28 à 10 h. soir	566,03	25 à 6 h. matin	547,42
		31 à 6 h. matin	557,99

SAINT-BERNARD. — MARS 1872.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum.	Baromètre. Maximum.	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum*	Température C. Maximum*	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.		Clarté moyenne du Ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim.				
1	565.52	+ 5,83	564,98	565,85	— 1,32	+ 6,91	— 4,0	+ 3,2	.....	.....	....	NE.	1	0,16
2	566,39	+ 6,71	565,19	568,09	— 4,06	+ 4,11	— 5,0	0,0	.....	.....	....	NE.	1	0,83
3	569,45	+ 9,77	568,34	570,52	— 4,50	+ 3,61	— 6,8	— 1,8	.....	.....	....	NE.	1	0,00
4	570,13	+10,46	569,65	570,47	— 7,25	+ 0,80	— 8,2	— 4,2	.....	.....	....	SO.	1	0,37
5	568,18	+ 8,51	567,24	569,39	— 3,64	+ 4,35	— 5,0	0,0	.....	.....	....	SO.	1	0,00
6	562,58	+ 2,91	560,94	564,48	— 7,40	+ 0,52	— 8,8	— 5,0	.....	.....	....	SO.	2	0,61
7	560,41	+ 0,75	559,49	561,34	— 7,41	+ 0,44	— 8,0	— 5,7	.....	.....	....	SO.	3	1,00
8	560,78	+ 1,12	559,74	561,51	— 7,15	+ 0,63	— 7,8	— 6,0	.....	.....	....	SO.	2	1,00
9	562,72	+ 3,05	560,05	564,30	— 5,79	+ 1,92	— 6,3	— 4,2	.....	.....	....	SO.	2	1,00
10	562,61	+ 2,94	561,65	563,39	— 4,40	+ 3,24	— 5,8	— 1,9	.180.	29,3.	....	SO.	1	0,96
11	561,59	+ 1,91	560,49	562,34	— 3,94	+ 3,62	— 6,0	+ 0,2	.....	.....	....	NE.	1	0,97
12	562,33	+ 2,64	561,67	563,18	— 3,38	+ 4,10	— 6,0	+ 0,4	.....	.....	....	NE.	1	0,40
13	559,64	— 0,06	557,99	561,00	— 2,75	+ 4,65	— 5,2	+ 1,4	.....	.....	....	NE.	1	0,02
14	554,23	— 5,48	553,58	555,25	— 5,79	+ 1,53	— 7,6	— 2,5	.....	.....	....	SO.	1	0,38
15	556,27	— 3,46	553,87	559,06	— 4,99	+ 2,24	— 8,3	— 0,8	.....	.....	....	NE.	1	0,42
16	563,19	+ 3,44	560,89	564,54	— 5,15	+ 1,99	— 7,3	— 2,0	.....	.....	....	NE.	1	0,14
17	565,32	+ 5,55	564,56	565,78	— 3,01	+ 4,04	— 6,8	+ 0,2	.....	.....	....	NE.	1	0,00
18	561,77	+ 1,98	558,58	564,44	— 1,54	+ 5,42	— 8,0	+ 4,6	.....	.....	....	NE.	1	0,40
19	553,89	— 5,93	553,18	554,78	— 9,97	— 3,10	—11,4	— 7,5	..50.	.3,6.	....	NE.	3	1,00
20	553,66	— 6,19	553,17	554,15	—13,39	— 6,62	—15,5	—10,0	.....	.....	....	NE.	3	0,98
21	551,75	— 8,13	551,12	553,00	—12,22	— 5,55	—16,6	— 9,0	..50.	.3,5.	....	SO.	1	0,91
22	552,00	— 7,91	551,41	553,49	—10,01	— 3,44	—12,0	— 7,0	..40.	.3,0.	....	SO.	1	0,80
23	554,50	— 5,44	553,41	555,31	— 9,68	— 2,61	—11,5	— 5,0	..35.	.2,3.	....	SO.	1	0,72
24	550,99	— 8,99	548,54	552,94	— 6,59	— 0,22	— 9,0	— 2,5	..80.	.7,6.	....	SO.	1	0,93
25	549,07	—10,95	547,42	551,19	—12,70	— 6,44	—14,2	—10,5	.....	.....	....	NE.	2	9,77
26	553,49	— 6,57	551,24	555,95	— 9,67	— 3,51	—15,0	— 5,2	.....	.....	....	SO.	1	0,00
27	561,33	+ 1,23	557,58	563,60	— 6,46	— 0,41	—11,4	— 2,5	.....	.....	....	SO.	1	0,08
28	564,97	+ 4,82	564,18	566,03	+ 0,65	+ 6,59	— 3,5	+ 3,3	.....	.....	....	SO.	1	0,62
29	564,71	+ 4,51	564,54	564,98	— 0,59	+ 5,24	— 3,4	+ 3,4	.....	.....	....	SO.	1	0,66
30	559,93	— 0,32	558,05	562,00	— 3,36	+ 2,36	— 3,5	— 2,0	.....	.....	....	SO.	2	1,00
31	559,07	— 1,23	557,99	560,64	— 4,44	+ 1,16	— 6,5	— 2,2	.....	.....	....	NE.	2	0,91

* Ces colonnes renferment la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. matin à 10 h. soir.

MOYENNES DU MOIS DE MARS 1872.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	564,37	564,82	565,22	565,29	565,01	564,86	564,82	565,01	565,12
2e »	559,02	559,24	559,49	559,48	559,26	559,07	559,25	559,24	559,27
3e »	555,93	556,25	556,64	556,79	556,57	556,54	556,70	556,91	557,04
Mois	559,65	559,98	560,33	560,40	560,16	560,04	560,15	560,28	560,36
Température.									
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade	— 6,13	— 5,42	— 4,53	— 3,18	— 3,36	— 3,70	— 5,17	— 5,21	— 5,71
2 »	— 7,37	— 6,02	— 4,10	— 2,28	— 2,17	— 3,10	— 5,16	— 6,14	— 6,95
3e »	— 8,84	— 6,97	— 5,34	— 4,29	— 4,15	— 5,20	— 6,45	— 7,17	— 7,30
Mois	— 7,49	— 6,16	— 4,68	— 3,28	— 3,25	— 4,04	— 5,62	— 6,21	— 6,67

	Min. observé.*	Max. observé.*	Clarté moyenne du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	°	°		mm	mm
1re décade	— 6,57	— 2,56	0,59	29,3	180
2e »	— 8,21	— 1,60	0,47	3,6	50
3e »	— 9,69	— 3,56	0,67	16,4	205
Mois	— 8,21	— 2,61	0,58	49,3	435

Dans ce mois, l'air a été calme 10,04 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,89 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 45° O, et son intensité est égale à 7,53 sur 100.

* Voir la note du tableau.

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME XLIII (NOUVELLE PÉRIODE)

1872. — Nos 169 à 172.

Pages

Recherches expérimentales sur la position du centre de gravité chez les insectes, par M. *Félix Plateau.* 5

Note sur la température du mois de décembre 1871, par M. le professeur *E. Plantamour* 58

Quelques mots de réponse à M. Le Conte au sujet des images d'illusion, par M. *Raoul Pictet.* . . . 61

Détermination télégraphique de la différence de longitude entre la station astronomique du Righi-Kulm et les observatoires de Zurich et de Neuchâtel, par MM. *E. Plantamour, R. Wolf* et *A. Hirsch*. 86

La phosphorescence animale, brève analyse de diverses publications de M. le prof. *P. Panceri,* suivie de la traduction du plus récent de ces mémoires ayant trait aux Organes lumineux et à la lumière des Pennatules, par M. *V. Fatio* 121

Sur l'observation spectroscopique de la rotation du Soleil et un nouveau spectroscope à réversion, par M. *F. Zöllner.* 140

Sur les actions électriques des corps non conducteurs soumis à l'influence d'un corps électrisé, par M. *R. Felici* 149

Sur la nature de l'électricité, première partie, par M. *E. Edlund.* 209

— Idem. Seconde partie. 297

Pages

Quelques mots sur la vision binoculaire, en réponse aux articles de MM. Raoul Pictet et Joseph Le Conte, par M. *H. Dor*. 241
Iris observés sur le lac de Genève, par M. le professeur *Élie Wartmann*. 263
Trilobites. Extrait du supplément au volume I du Système silurien du centre de la Bohême, par M. *Joachim Barrande*. 270
Nouveaux mémoires sur la théorie mécanique de la chaleur, par M. *R. Clausius*. 321
Sur les spectres de quelques gaz renfermés dans des tubes de Geissler, par M. *A. Wüllner*. . . . 328
François-Jules Pictet. Notice biographique. 342

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

ASTRONOMIE.

L'éclipse du 12 décembre 1871 102
Lettre de M. *Janssen* à M. de la Rive sur le même sujet. 103
Prof. *Spœrer*. Observations de taches et de protubérances solaires 160
P. Tacchini. Études sur le Soleil 163
Dr *William Huggins*. Note sur le spectre de la comète d'Encke. 166
Prof. *C.-A. Young*. Sur une explosion solaire. 168

PHYSIQUE.

E. Villari. Durée de l'action diamagnétique. 105
E. Gautier. Aurore boréale du 4 février 1872. 171
Raoul Pictet. Observations sur l'Aurore boréale du 4 février 1872 faites en Égypte. 172
Jacobi. Courants d'induction produits dans les bobines d'un aimant par la rotation devant ses pôles d'un disque métallique. — *Violle*. Même sujet. 175

Pages

J. Plateau. Une expérience relative à la question de la vapeur vésiculaire 177
Pincus. Production exceptionnelle d'ozone 179
H. Schneebeli. Les conditions de température dans des colonnes d'air en vibration..... 180
Tschermak. Ambre fluorescent..... 181
W. Stein. Faits relatifs à la théorie des couleurs des corps 182
Charles Tomlinson. Sur la manière de se comporter des solutions sursaturées lorsqu'on les expose à l'action de l'air extérieur..... 184
L. Schönn. Sur la passivité du fer.—*Le même.* Passivité de l'étain et du cadmium..... 186
Le même. Sur l'emploi de lentilles cylindriques pour les observations spectroscopiques..... 187
Félix Marco. Expérience nouvelle pour démontrer dans les cours la cause mécanique de l'ébullition..... 279
L. Schönn. Sur les bandes d'absorption de la chlorophylle..... 282
W. Grüel. Tourbillon électrique..... 283
H. Planeth. Flammes résonnantes 284
Denza. L'Aurore boréale du 4 février observée en Italie..... 414
H.-C. Vogel. Recherches sur le spectre de l'Aurore boréale..... 419
W. de Bezold. Sur la loi de formation des figures de Lichtenberg..... 423

CHIMIE.

C. Kosmann. Recherches analytiques sur les roches sous le point de vue de leurs principes absorbables par les végétaux (*Erratum*)..... 106
F.-W. Krecke. Décomposition du chlorure de manganèse..... 425
G. Wunder et *A. Knop.* Sur la nature des produits cristallisés obtenus par la fusion de l'acide stannique et de l'acide titanique avec le sel de phosphore et le borax..... 427

Pages

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

Prof. *Fr. Goltz.* De l'absorption et du transport des poisons après l'interruption de la circulation du sang. — *Le même.* De l'influence des centres nerveux sur l'absorption 107
St.-Clair-Gray. Sur l'origine de la force nerveuse..... 188
P. Bert. Sur les phénomènes et sur les causes de la mort des animaux d'eau douce que l'on plonge dans l'eau de mer..... 190
Le même. Recherches expérimentales sur l'influence que les changements dans la pression barométrique exercent sur les phénomènes de la vie..... 191
J. Reverdin. De la greffe épidermique..... 285
F.-A. Forel. Expériences sur la température du corps humain dans l'acte de l'ascension sur les montagnes. 433

BOTANIQUE.

Delpino. Fécondation dans les Conifères..... 194
Le même. Etudes sur une descendance anémophile des composées du groupe des Artémisiacées..... 195
De Wojeikoff. Effets du déboisement sur le cours du Wolga..... 198
A. Grisebach. La végétation de la terre selon les divers climats..... 199
Dr *Paul Bert.* Recherches sur les mouvements de la sensitive 287

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

faites à Genève et au Grand Saint-Bernard

Observations faites pendant le mois décembre de 1871. 113
Idem. pendant le mois de janvier 1872... 201
Idem. pendant le mois de février..... 289
Idem. pendant le mois de mars 437

New York Botanical Garden Library
3 5185 00258 9511